

# Alternative Benutzerinterfaces für Smart Homes

Studienarbeit  
von

**Melda Henden**

An der Fakultät für Wirtschaftswissenschaften  
Im Studiengang Informatik

eingereicht am 31. Mai 2013 beim Institut für Angewandte Informatik  
und Formale Beschreibungsverfahren des Karlsruher Instituts für Technologie

Referent: Prof. Dr. Hartmut Schreck  
Betreuer: Dipl.-Inform. Daniel Pathmaperuma

Bearbeitungszeit: 01. März 2013 – 31. Mai 2013



---

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Karlsruhe, den 31. Mai 2013



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Aufgabenstellung . . . . .	2
1.2	Gliederung der Arbeit . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>5</b>
2.1	Erneuerbare Energien . . . . .	5
2.2	E-Energy . . . . .	6
<b>3</b>	<b>Wohntrend der Zukunft: Smart Homes</b>	<b>9</b>
3.1	Definition von Smart Home . . . . .	9
3.2	Anwendungsfelder von Smart Homes . . . . .	10
<b>4</b>	<b>Ansätze für Benutzeroberflächen in Smart Homes</b>	<b>13</b>
4.1	Beispiele aus der Wirtschaft . . . . .	14
4.1.1	RWE SmartHome . . . . .	14
4.1.2	EVN SmartHome . . . . .	15
4.1.3	EVO SmartHome . . . . .	16
4.1.4	nest . . . . .	17
4.2	Forschungsprojekte . . . . .	17
4.2.1	Smart Home im Forschungsprojekt MeRegioMobil . . . . .	18
4.2.2	FZI Living Lab smartHome/AAL . . . . .	19
4.2.3	Smart Watts . . . . .	20
4.3	Vergleich und Bewertung . . . . .	21
<b>5</b>	<b>Konzept für ein vereinfachtes Benutzerinterface in Smart Homes</b>	<b>23</b>
5.1	Grundsätze der Mensch-System-Interaktion . . . . .	23
5.2	Eigenschaften des vereinfachten Benutzerinterfaces . . . . .	25
5.2.1	Anzeige der Energiedaten im vereinfachten Benutzerinterface . . . . .	26
5.2.2	Steuerung der Haushaltsgeräte im vereinfachten Benutzerinterface . . . . .	29
5.3	Bewertung des vereinfachten Benutzerinterfaces . . . . .	31
5.4	Alternative Benutzeroberflächen . . . . .	32
5.4.1	Smart Ei . . . . .	34
5.4.2	Smart Rahmen . . . . .	36
5.4.3	Smart Wecker . . . . .	38
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>41</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>43</b>



# Abbildungsverzeichnis

2.1	Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 [BMU13b]	5
3.1	Überblick über die Anwendungsfelder von Smart Homes und die Geräte, die zu der Heimvernetzung vom Smart Home verbunden werden können [Glas09]	11
4.1	Übersicht über unterschiedliche Funktionen in verschiedenen Räumen und die Auslöser auf der Benutzeroberfläche des RWE Smart Homes [Wide13]	14
4.2	Anzeige und Steuerung der Raumtemperatur in verschiedenen Räumen auf der EVN SmartHome App für iPhone [Wild13]	15
4.3	Übersicht über die Raumtemperatur in verschiedenen Räumen und Anzeige unterschiedlicher Modi für die Heizungssteuerung auf der Benutzeroberfläche des EVO SmartHomes [Heim13]	16
4.4	Das nest-Thermostat [Fade13]	17
4.5	Übersicht über unterschiedliche Energiedaten im Energy Management Panel (EMP) des Smart Homes im Forschungsprojekt MeRegioMobil	18
4.6	Übersicht über die Stromerzeuger und die Stromverbraucher im Energy Management Panel des FZI Living Labs smartHome/AAL	19
4.7	Anzeige des aktuellen Verbrauchs an der intelligenten Steckdosen und des Zählerstandes sowie des aktuellen Strompreises auf der Benutzeroberfläche des Forschungsprojekts Smart Watts [Hinr13]	20
5.1	Anzeige der Energiedaten auf der Startseite des Energiedaten-Bereichs im vereinfachten Benutzerinterface	27
5.2	Anzeige unterschiedlicher Energieerzeuger und Fahrzeuge sowie die Leistungsdaten der PV-Anlage auf dem vereinfachten Benutzerinterface	28
5.3	Anzeige unterschiedlicher Energieverbraucher in der Küche auf dem vereinfachten Benutzerinterface	28
5.4	Anzeige vom Grundriss des Smart Homes und der Icons für Leistungshistorie, aktuelle Temperatur und Lichtsteuerung auf dem Wohnungsbereich im vereinfachten Benutzerinterface	29

5.5	Bedienfeld einer intelligenten Waschmaschine auf dem vereinfachten Benutzerinterface zur Einstellung des Endzeitpunktes für den nächsten Waschvorgang . . . . .	30
5.6	Entwurf des Smart Ei als alternatives Benutzerinterface mit den Zeigern für Haushaltsgeräte und für die Uhrzeit sowie mit integriertem Lautsprecher und einer Taste . . . . .	34
5.7	Entwurf des Smart Rahmen als alternatives Benutzerinterface mit leuchtenden Streifen auf dem Bilderrahmen, einem Touch-Screen, einer Taste und einem Lautsprecher auf der hinteren Seite . . . . .	36
5.8	Entwurf des Smart Weckers als alternatives Benutzerinterface mit einem Lautsprecher, einem Touch-Screen, fünf Tasten und leuchtenden Rahmen . . . . .	38



# 1. Einleitung

Unser Energiesystem befindet sich im Wandel. Die Zukunft des Energiesystems bilden keine konventionellen Energien mehr, sondern erneuerbare Energien, wie Wind- und Sonnenenergie. Heute decken erneuerbare Energien in Deutschland 17 % des Energiebedarfs ab. Ziel der Bundesregierung ist es, bis 2050 den Anteil der erneuerbaren Energien auf 80 % zu erhöhen [BMWi11].

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) nennt im Artikel [BMU13a] vier Vorteile der erneuerbaren Energien: *Klimaschutz*, *Kosteneinsparung*, *Unabhängigkeit* und *Standortsicherung*. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien hat einen positiven Effekt auf Klima- und Umweltschutz, denn durch so eine Art der Stromerzeugung wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß reduziert. Ein weiterer Vorteil von erneuerbaren Energien ist es, dass jeder einen Teil seines eigenen Stroms zum Beispiel durch Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) auf dem Dach seiner Wohnung erzeugen kann. Strom aus Sonnenenergie, gewonnen durch diese PV-Anlagen, steht quasi-kostenlos zur Verfügung. Damit kann also durch den Einsatz der erneuerbaren Energien in der Energieerzeugung viel gespart werden. Somit bieten die erneuerbaren Energien auch die Unabhängigkeit von einem bestimmten Energieanbieter. Der zuletzt genannte Vorteil im Artikel des Bundesministeriums (BMU) ist die Standortsicherung. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Anlagen zum größten Teil aus deutscher Produktionen sind. Die Produktion dieser Anlagen sowie Forschung, Entwicklung und Innovationen der erneuerbaren Energien in Deutschland ermöglichen neue Arbeitsfelder und damit viele neue Arbeitsplätze.

Neben all diesen Vorteilen hat Stromerzeugung aus den erneuerbaren Energien den Nachteil, dass die erneuerbaren Energien un stetig sind. Sie stehen im Gegensatz zu den konventionellen Energien nicht zu jeder Uhrzeit bzw. nicht zu jeder Jahreszeit zur Verfügung. Wegen dieser fluktuierenden Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien ist eine Anpassung der Energienachfrage an die Energieerzeugung erforderlich. Eine solche Anpassung ist schon im eigenen Haushalt mittels automatisierter Steuerung der Haushaltsgeräte möglich. Dafür sollen die traditionellen Wohnungen mit einem intelligenten Stromnetz ausgestattet und in ein sogenanntes Smart Home umgewandelt werden. Im Smart Home gewinnt die Nutzung von Benutzerinterfaces an

Bedeutung. Sie stellen die Schnittstellen dar, über die Bewohner eines Smart Homes mit ihren intelligenten Haushaltsgeräten in Kontakt kommen und deren Steuerung bewerkstelligen. Darüber hinaus kann man mittels Benutzerinterface je nach Anwendungsbereich viele andere Informationen über das Smart Home bereitstellen.

Ziel dieser Arbeit ist es ein vereinfachtes Konzept für Benutzerinterfaces in Smart Homes zu entwickeln. Es ist beabsichtigt, auch technisch nicht-versierten Nutzern über intuitiv bedienbare Interfaces die Handhabung von Smart Home Technologien zu ermöglichen. Dabei ist vorgesehen, dass die Entscheidungsfreiheit der Bewohner über die Haushaltsführung nicht begrenzt wird und technische Informationen soweit wie möglich im Hintergrund verborgen bleiben, ohne die Kontrollmöglichkeiten der Bewohner über die Smart Home Technologien einzuschränken.

## 1.1 Aufgabenstellung

Benutzerinterfaces spielen in der (energetischen) Hausautomation eine zentrale Rolle. Die Bewohner kommen durch sie mit den Technologien der Hausautomation in Kontakt. Zahlreiche Informationen über die Wohnung und die Technologien der (energetischen) Hausautomation können über die Benutzerinterfaces dargestellt werden. Die bestehenden Ansätze für Benutzerinterfaces sind aber - besonders in den wissenschaftlichen Projekten - oft eher technisch und für die Benutzer, die keine ausreichenden Kenntnisse über Hausautomation haben, schwer nachvollziehbar.

Der Begriff *Hausautomation* beinhaltet viele Aspekte. Einerseits können darunter Funktionalitäten wie Heizungs- oder Rollladensteuerung als Bestandteile der Hausautomation verstanden werden, andererseits kann aber auch das Telefonieren über VoIP unter diesem Begriff zusammengefasst werden [Glas09].

Im Rahmen dieser Arbeit sollen zuerst die bestehenden Ansätze für Benutzerinterfaces in der (energetischen) Hausautomation verglichen werden. Unter Berücksichtigung der Vielfalt der Hausautomation und unter Beachtung der Vielzahl der Entwicklungs- und Forschungsansätze für Smart Homes wurden dafür sieben Beispiele für einen Vergleich ausgewählt. Absicht bei der Auswahl der kommerziellen Beispiele ist es zu zeigen, wie unterschiedlich die Lösungsansätze verschiedener Hersteller für gleiche Funktionalität (z.B. Heizungssteuerung) sein können. Für die Auswahl der wissenschaftlichen Projekte wurde berücksichtigt, dass der jeweilige Fokus der Projekte in unterschiedlichen Einsatzbereichen der Hausautomation liegt. Daraufhin soll ein neues Konzept für ein vereinfachtes bzw. alternatives Benutzerinterface entworfen werden. Die Zielgruppe des neuen Konzepts sind diejenigen, die über keine technischen Vorkenntnisse über Smart Home Technologien und über die Nutzung der Benutzerschnittstellen im Rahmen des Smart Home Konzepts verfügen.

## 1.2 Gliederung der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in sechs Kapiteln. Kapitel 1 gibt einen kurzen Überblick über die Arbeit und beschreibt die Motivation und Aufgabenstellung der Arbeit.

Dann folgen in Kapitel 2 die Grundlagen der Arbeit. Im ersten Abschnitt werden die erneuerbaren Energien genauer erklärt. Im anschließenden zweiten Abschnitt wird das Förderprogramm *E-Energy - IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft* [BMWi12b] des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi) in Partnerschaft mit dem BMU beschrieben.

Darauf aufbauend wird in Kapitel 3 der Begriff *Smart Home* definiert und Anwendungsbereiche von Smart Home Technologien beschrieben.

Kapitel 4 befasst sich mit den Ansätzen für Benutzeroberflächen in Smart Homes. In diesem Kapitel werden sieben ausgewählte kommerzielle und wissenschaftliche Beispiele für Benutzeroberflächen in Smart Homes dargelegt. Im letzten Abschnitt dieses Kapitels werden sie nach ihrer Benutzbarkeit und Gestaltung verglichen und bewertet.

In Kapitel 5 werden die Anforderungen an die Benutzerinterfaces gemäß der DIN-Normen erläutert. Dabei werden die Anforderungen an die Benutzbarkeit und die sieben Grundsätze der Gestaltung eines Benutzerinterfaces beschrieben. Im zweiten Abschnitt wird das im Rahmen dieser Arbeit entworfene Konzept für ein vereinfachtes Benutzerinterface im Smart Home des Forschungsprojekts MeRegioMobil präsentiert und darauf aufbauend wird das Konzept im nächsten Abschnitt bewertet. Als letztes werden die Konzeptionen für drei alternative Benutzeroberflächen in Smart Homes beschrieben und analysiert.

Schließlich folgt in Kapitel 6 die Zusammenfassung und der Ausblick.



## 2. Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen zu dieser Arbeit beschrieben. Im ersten Abschnitt wird die Bedeutung der erneuerbaren Energien in Deutschland erläutert und im zweiten Abschnitt wird das Förderprogramm *E-Energy - IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft* vorgestellt.

### 2.1 Erneuerbare Energien

Die erneuerbaren Energien gewinnen in Deutschland seit dem Jahr 1990 an Bedeutung [Nits07]. Der Anteil der erneuerbaren Energien im Bruttostromverbrauch in Deutschland stieg von 3,1 % im Jahr 1990 auf 22,9 % im Jahr 2012. Die Stromerzeugung aus der Wind- und Sonnenenergie haben daran den größten Anteil [BMU13b]. Abbildung 2.1 zeigt die Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien

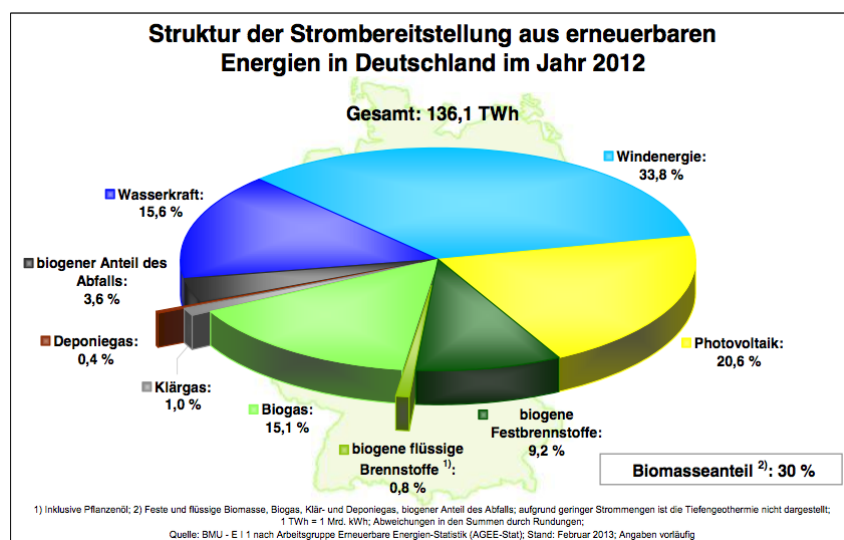


Abbildung 2.1: Struktur der Strombereitstellung aus erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 [BMU13b]

in Deutschland im Jahr 2012.

Deutschland hat im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) [Bund12] seine Ziele für den zukünftigen Stromverbrauch definiert. Der Stromverbrauch aus den erneuerbaren Energien soll einen stetig wachsenden Anteil am Bruttostromverbrauch Deutschlands haben, welcher im Jahr 2050 mindestens 80 % betragen soll [BoDW12]. Einer der wichtigsten Gründe für diesen Energiewandel in Deutschland ist sicherlich die Atomkatastrophe in Fukushima vom 11. März 2011. Danach wurde es als Ziel festgelegt, dass die Atomkraftwerke in Deutschland bis 2022 nacheinander abgeschaltet werden und die Stromerzeugung aus Kernenergie bis dahin durch erneuerbare Energien ersetzt wird [BoDW12].

Der Wandel in der Energieerzeugung hat viele Vorteile wie den Klima- und den Umweltschutz sowie eine Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes. Sie bringt aber auch einige Probleme mit sich. Die erneuerbaren Energien stehen nicht zu jeder Zeit zur Verfügung. Die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien wie Wind- und Sonnenenergie ist abhängig von der Tages- bzw. Jahreszeit. Die fluktuierende Nutzbarkeit der erneuerbaren Energien bedingt, im Gegensatz zur konventionellen Energiegewinnung, eine Anpassung der Energienachfrage an die Energieerzeugung. Dadurch wird sowohl ein öffentliches als auch ein privates Energiemanagement erforderlich.

Das Energiemanagement gewinnt mit dem Einsatz von erneuerbaren Energien als Energiequelle an Bedeutung. Es koordiniert die Stromerzeugung aus erneuerbarer Energien und die Stromlieferung aus Energieversorgungsunternehmen (EVU) (öffentliches Energiemanagement) [BMWi13b]. Auf der anderen Seite koppelt das Energiemanagement die rückspeisefähigen Elektrofahrzeuge mit dem intelligenten Netz eines privaten Wohnbereichs (privates Energiemanagement) [BMWi13a].

## 2.2 E-Energy

Der Bedarf an einer Veränderung des Energieversorgungssystems nimmt in den letzten Jahren stark zu. Es gibt dafür unterschiedliche Gründe. Einerseits ändert sich das Klima, auf der anderen Seite werden die konventionellen Energieträger wie Gas, Kohle und Erdöl immer weniger. Ganz im Gegenteil zu dieser Knappheit der klassischen Energiequellen wächst die Energienachfrage stetig [Zink08]. Eine gute Lösung für all diese Probleme sind die erneuerbaren Energien. Sie sind klima- und umweltschonend und sie können nicht wie die konventionellen Energien verbraucht werden. Sie stehen nicht zu jeder Uhrzeit zur Verfügung, aber diese Probleme können mit Hilfe von Energiemanagementsystemen und mit Hilfe von neuen Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) gelöst werden [Zink08].

Das Förderprogramm *E-Energy* hat zum Ziel die Probleme des heutigen Energieversorgungssystems zu lösen. Dafür sollen die erneuerbaren Energien den zukünftigen Energiebedarf größtenteils abdecken und die Energieeffizienz soll erhöht werden [BMWi12a].

Das Förderprogramm war vielfältig und im Rahmen dieses Programms wurden von 2008 bis 2012 unterschiedliche Schwerpunkte des IKT-basierten Energiesystems der Zukunft in sechs ausgewählten Modellregionen abgebildet. Im Bericht über die Zwischenergebnisse [BMWi12a] wurden die folgenden Schwerpunkte genannt: *Energieeffizienz, Integration Erneuerbare Energien, Dezentrale Energieerzeugung, Versor-*

*gungssicherheit/ Netzeengpässe/ Netzausbau, Marktliberalisierung, Speicher, Last-Flexibilisierung, IT-Sicherheit & Datenschutz, IKT-Architektur, Intelligente Messung und e-Mobility.*

Im Rahmen des Förderprogramms wurden unterschiedliche Schwerpunkte in sechs Forschungsprojekten erprobt. Im Folgenden werden diese Forschungsprojekte und deren Schwerpunkte vorgestellt.

**eTelligence:** Die Idee hinter dem Forschungsprojekt eTelligence ist es einen „Marktplatz für Strom“ [ABBB<sup>+</sup>12] einzurichten. Auf diesem Markt sollen Energieerzeuger und -verbraucher sowie Energiedienstleister und -händler Geschäfte machen [ABBB<sup>+</sup>12]. Der erzeugte Strom soll dann in diesen Markt integriert werden. Im Fokus dieses Projekts liegt die Stromerzeugung aus Windenergie. eTelligence untersucht viele Schwerpunkte von der Integration erneuerbarer Energien und IKT-Architektur über Versorgungssicherheit bis hin zur Marktliberalisierung [BMWi12a].

**E-DeMa:** Der Fokus des Forschungsprojekts E-DeMa (Entwicklung und Demonstration dezentral vernetzter Energiesysteme hin zum E-Energy Marktplatz der Zukunft) liegt im intelligenten Stromverbrauch und in der Integration erneuerbarer Energien in private Haushalte [Lask12]. Ziel ist es dem Kunden eine aktive Teilnahme sowohl an der Stromerzeugung als auch an der Stromabnahme zu ermöglichen [Lask12]. Die Schwerpunkte des Projekts sind Last-Flexibilisierung, IKT-Architektur und Marktliberalisierung [BMWi12a].

**RegModHarz:** Der Fokus des Forschungsprojekts RegModHarz (Regenerative Modellregion Harz) liegt auf Versorgungssicherheit [SpSJ12]. Das Projekt versucht eine Koordination zwischen Stromerzeugung und -verbrauch zu gewährleisten, damit eine regelmäßige und stabile Stromeinspeisung in das intelligente Netz stattfindet [SpSJ12]. Als Schwerpunkte des Projekts RegModHarz zählen Versorgungssicherheit, Integration erneuerbarer Energien und dezentrale Energieerzeugung [BMWi12a].

**moma:** Das Forschungsprojekt moma (Modellstadt Mannheim) setzt sich zum Ziel sowohl die Stromerzeugung als auch den Stromverbrauch intelligent zu steuern und zu regeln [SpSJ12]. Im Rahmen des Projekts wird die intelligente Verteilung der dezentral erzeugten erneuerbaren Energie ins intelligente Netz untersucht [SpSJ12]. Die Schwerpunkte des Projekts sind IKT-Architektur, Energieeffizienz und Last-Flexibilisierung [BMWi12a].

**MeRegio:** Die Hauptziele des Forschungsprojekts MeRegio (Minimum Emission Region) sind der Klimaschutz durch Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und die Erhöhung der Energieeffizienz [FrHK13]. Zu diesem Zweck werden Integration der erneuerbaren Energien, Einspeisung des erzeugenden Stroms in das zentrale Netz, Nutzung der intelligenten Geräte und deren Effekte auf die Energieeffizienz im Rahmen dieses Projekts untersucht [FrHK13].

**Smart Watts:** Der Hauptbestandteil des Forschungsprojekts Smart Watts ist der intelligente Zähler. In diesem Projekt liegt der Fokus auf der automatischen Lastverschiebung, d.h. die intelligenten Haushaltsgeräte sollen in der Lage sein, selbstständig zu entscheiden, wann sie Strom verbrauchen sollen [Quad12]. Die Schwerpunkte des

Projekts sind damit intelligente Messung, Last-Flexibilisierung und Marktliberalisierung [BMWi12a].

In allen „Sechs Leuchttürme für das Internet der Energien“ [BMWi12a] wird die Integration erneuerbarer Energien in das intelligente Netz eines Smart Homes untersucht und unterschiedliche Benutzerschnittstellen beispielsweise zur Überwachung der Aktivitäten im Smart Home oder zur Analyse der Energiedaten entwickelt. Die Benutzeroberfläche des E-Energy-Projekts Smart Watts wird in der vorliegenden Arbeit im Kapitel 4.2.3 beschrieben.

Die Benutzeroberfläche des Forschungsprojekts MeRegioMobil des Förderschwerpunkts IKT für Elektromobilität bildet die Basis für die vorliegende Arbeit. Dieses Projekt bezieht sich eng auf das Förderprogramm E-Energy [MeRe13].



## 3. Wohntrend der Zukunft: Smart Homes

*Smart Home, Hausautomatisierung, Intelligentes Haus, Intelligentes Wohnen, eHome* oder *Vernetztes Haus* - das alles sind verschiedene in der Literatur genutzte Begriffe, die die zukünftige intelligente Wohnung beschreiben. Was ist dann eigentlich ein Smart Home? Wann ist es intelligent? Wo und zu welchem Zweck können sie genutzt werden? In diesem Kapitel werden Antworten zu diesen Fragen gegeben. Im Abschnitt 3.1 werden verschiedene Definitionen für diesen Begriff angegeben und die Intelligenz von Smart Homes erläutert. Daraus abgeleitet werden die Anwendungsfelder von Smart Homes im Abschnitt 3.2 beschrieben.

### 3.1 Definition von Smart Home

Das, was unter dem Smart Home verstanden wird, ist vielfältig und keineswegs einheitlich, weil es bis jetzt keine einheitliche Begriffsdefinition für Smart Home gibt. Das Intertek Research & Testing Centre definierte im Jahr 2003 in [King03] das Smart Home als „a dwelling incorporating a communications network that connects the key electrical appliances and services, and allows them to be remotely controlled, monitored or accessed“. In dem gleichen Jahr wurde das Smart Home von Francis K. Aldrich in [Harp03] unter Berücksichtigung der Komfort- und Sicherheitsaspekte der Bewohner eines Smart Homes als „a residence equipped with computing and information technology which anticipates and responds to the needs of the occupants, working to promote their comfort, convenience, security and entertainment through the management of technology within the home and connections to the world beyond“ definiert. Und zu guter Letzt wird das Smart Home im Jahr 2010 in [SSKB10] unter Berücksichtigung der Vielfältigkeit des Smart Home Konzepts als „ein privat genutztes Heim (z.B. Eigenheim, Mietwohnung), in dem die zahlreichen Geräte der Hausautomation (wie Heizung, Beleuchtung, Belüftung), Haushaltstechnik (wie z.B. Kühlschrank, Waschmaschine), Konsumelektronik und Kommunikationseinrichtungen zu intelligenten Gegenständen werden, die sich an Bedürfnissen der Bewohner orientieren“ definiert.

Wird eine Wohnung zu einem Smart Home, wird es *intelligent*. Es ist aber nicht einfach die Intelligenz vom Smart Home einheitlich und exakt zu definieren [Domo03]. Bei der Veröffentlichung [Domo03] der Domologic Home Automation GmbH werden die technischen Systeme erst dann für intelligent gehalten, „wenn ihre Funktionsweise derart komplex ist, daß sie durchaus als eigenständig agierende Individuen wahrgenommen werden können“. Also wird ein Smart Home dann intelligent, wenn es *mitdenken* kann. Damit ein Smart Home mitdenken kann, sollen die folgenden Grundfunktionen in der Wohnung bereitgestellt werden. Die Geräte im Smart Home sollen in der Lage sein, einerseits eigenständig messen, steuern und regeln zu können und andererseits miteinander zu kommunizieren. Darüber hinaus soll ein Benutzerinterface zur Verfügung stehen und die Verbindung an externe Netze möglich sein, damit die Fernsteuerung der Funktionalitäten im Smart Home durchgeführt werden kann [Domo03].

Die Anwendungsmöglichkeiten von Smart Homes sind vielseitig. Die Smart Home Technologien werden in vielen Feldern, von Komforteinheiten in der Wohnung wie z.B. Licht- oder Heizungssteuerung über Sicherheitsmaßnahmen wie Fenster- und Türüberwachung bis hin zu Energiemanagement und Alltagsunterstützung für alte Menschen, eingesetzt. Im Abschnitt 3.2 werden die Anwendungsfelder von Smart Homes detailliert beschrieben.

## 3.2 Anwendungsfelder von Smart Homes

In einem Smart Home sind unter einem Dach viele unterschiedliche Dienste und Anwendungen integriert. Daher ist eine exakte Trennung der Anwendungsfelder von Smart Homes nicht möglich. Trotzdem können die Eigenschaften von Smart Homes unter bestimmte Kategorien gegliedert werden. Hier ist zu beachten, dass es keinen Standard für eine solche Kategorisierung gibt. Die Anwendungsfelder von Smart Homes werden in der Literatur unterschiedlich eingeteilt.

Der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V. (BITKOM) nennt 2009 in seiner Veröffentlichung *Leitfaden zur Heimvernetzung* [Glas09] folgende fünf Anwendungsfelder: *Entertainment & Lifestyle*, *Arbeit & Kommunikation*, *Moderne Haushaltsführung*, *Sicheres Wohnen* und *Gesundheit & Ernährung*.

*Entertainment & Lifestyle* konzentriert sich auf Internetdienste wie z.B. die Telefonie über VoIP oder Online-Spiele.

Im Anwendungsfeld *Arbeit & Kommunikation* liegt der Fokus auf der sogenannten Heimarbeit (engl. Home-Office).

Unter dem Anwendungsfeld *Moderne Haushaltsführung* werden die Funktionalitäten wie z.B. automatische Jalousien-, Licht- und Heizungssteuerung gezählt, die dem Bewohner dieser Wohnungen ein komfortables Leben ermöglichen. In diesem Anwendungsfeld werden die Methoden zur Energieeinsparung ebenfalls zusammengefasst.

Sicherheitsmaßnahmen wie Tür- und Fensterüberwachung sowie Urlaubssteuerung

gelten in diesem Leitfaden als Bestandteile des Anwendungsfelds *Sicheres Wohnen*.

Das letzte Anwendungsfeld nach [Glas09] ist *Gesundheit & Ernährung*. Hier werden die Dienste wie z.B. die Heimapotheke und die altersgerechten Assistenzsysteme (engl. Ambient Assisted Living (AAL)) betrachtet.

Die Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über die nach BITKOM kategorisierten Anwendungsfelder und die Geräte, die zu der Heimvernetzung vom Smart Home verbunden werden können.

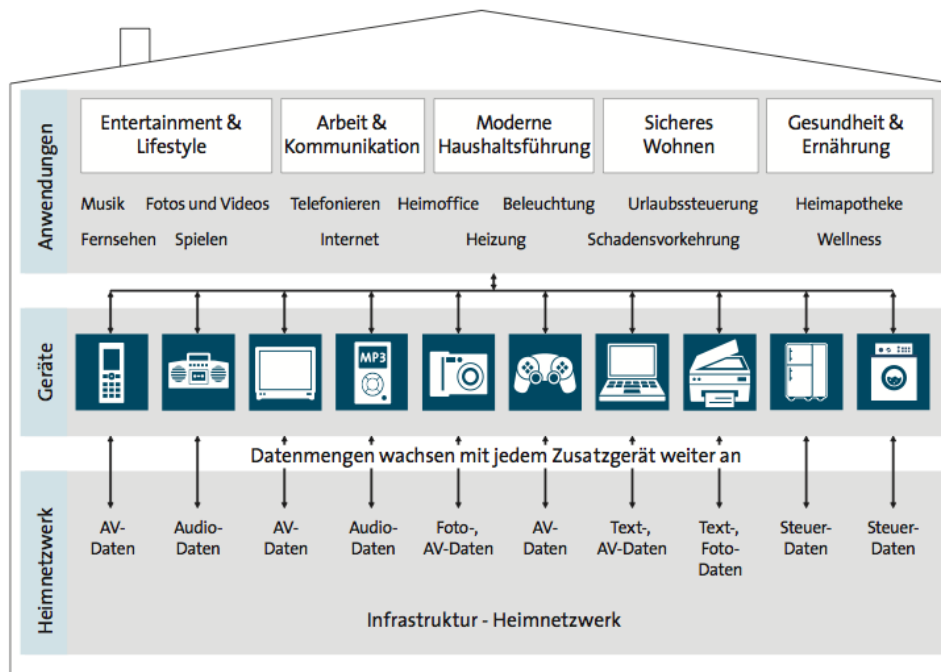


Abbildung 3.1: Überblick über die Anwendungsfelder von Smart Homes und die Geräte, die zu der Heimvernetzung vom Smart Home verbunden werden können [Glas09]

Die Albis AG in Zürich hat im Dezember 2012 den Bericht *albis.standard - Intelligent Living* [Reic12] veröffentlicht. In diesem Bericht werden die Anwendungsfelder von Smart Homes in die Kategorien *Sicherheit*, *Energieeffizienz*, *Komfort* und *HomeCare* unterteilt. Unter den Sicherheitsmaßnahmen in Smart Homes werden die Fenster- und Türüberwachung und die Alarmauslösung z.B. in Feuersituationen verstanden. Zur Energieeffizienz in Smart Homes zählen die Energieautomatikfunktionen wie Licht- und Heizungssteuerung. Im Anwendungsfeld *Komfort* sollen die oben genannten Funktionen über Smartphones und Tablet-PCs steuerbar sein. Im letzten Anwendungsfeld *HomeCare* werden die Funktionen für AAL beschrieben.

Die Anwendungsmöglichkeiten von jedem Smart Home unterscheiden sich, aber das primäre Ziel von jedem Smart Home ist gleich. Dem Bewohner soll ein komfortables und sicheres Leben im Smart Home ermöglicht werden [Domo03, BeKS12]. Hierzu zählen das Energiemanagement und die AAL-Systeme als ergänzende Anwendungsmöglichkeiten von Smart Homes [BeKS12, Domo03].

Das Anwendungsfeld Komfort umfasst im Allgemeinen die automatische Steuerung der Haushaltsgeräte in der Wohnung. Daneben ist es auch möglich, die entsprechenden Geräten je nach Bedarf über ein Smartphone bzw. einen Tablet-PC zu steuern. Unter diesen Komfortfunktionalitäten können die automatische Steuerung der Beleuchtung, der Temperatur und der Lüftung sowie die automatische Gartenpflege und die Fernsteuerung der Geräte gezählt werden. Die Kopplung dieser Komforteinheiten mit anderen Anwendungsmöglichkeiten ist möglich und in vielen Smart Homes werden solche Kopplungen eingesetzt. Wenn der Bewohner das Haus verlässt, werden alle Lichter ausgeschaltet, um einen unnötigen Energieverbrauch zu vermeiden [Domo03]. Die Komfortfunktionalitäten gewinnen im Anwendungsfeld Gesundheit an Bedeutung. Besonders bei den altersgerechten Assistenzsystemen spielen sie eine wichtige Rolle. Sie ermöglichen den hilfsbedürftigen Menschen in ihrer eigenen Wohnung ein komfortables Leben [Reic12].

Ein wichtiges Ziel von Smart Homes ist es dem Bewohner ein sicheres Leben in der Wohnung zu ermöglichen. Zu diesem Ziel zählen automatische Tür- und Fensterüberwachung und Alarmauslösung bei einer Gefahrensituation wie Feuer oder Einbruch in der Wohnung sowie die Sendung einer automatischen Benachrichtigung an den Bewohner. Diese Sicherheitsmaßnahmen können mit dem Anwendungsfeld Gesundheit gekoppelt werden. Wird der Bewohner ohnmächtig, dann wird der Notruf automatisch abgesetzt.

Das Anwendungsfeld Energie beinhaltet viele Aspekte. In erster Linie können das öffentliche sowie das private Energiemanagement unter diesem Anwendungsfeld eingeteilt werden. Die Smart Home Technologien sollen in der Lage sein dem Bewohner eine Koordination der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien und der Stromlieferung aus EVU zu ermöglichen [BMW13b]. In einem Smart Home gewinnt die Stromspeicherung stetig an Bedeutung. Wegen der fluktuierenden Verfügbarkeit der erneuerbaren Energien ist es schwierig die Stromerzeugung an die Nachfrage andauernd anzupassen. Der Einsatz der rückspeisefähigen Elektrofahrzeuge als Stromspeicher im Smart Grid kann zu Ausbalancierung zwischen Erzeugung und Nachfrage dienen [MS12]. Ein weiterer Aspekt in diesem Anwendungsfeld ist das Energiesparen. Die automatisierte Licht- und Heizungssteuerung im Smart Home sowie die automatische Zu- oder Abschaltung der Haushaltsgeräte können als Energiesparmaßnahmen in Smart Homes gezählt werden [Glas09].

Das letzte Anwendungsfeld Gesundheit gewinnt bei dem Einsatz der altersgerechten Assistenzsysteme (AAL) im Smart Home an Bedeutung. Die oben genannten Komfort- und Sicherheitsmaßnahmen können auch in diesem Anwendungsfeld zur Verfügung gestellt werden. Darüber hinaus können weitere alltagsunterstützende Gesundheitssysteme wie automatische Dokumentation der Blutdruck- bzw. Blutzuckermessung, Gewichts- und Medikationskontrolle sowie Schlafmonitoring in diesem Anwendungsfeld abgebildet werden [FZI13].

## 4. Ansätze für Benutzeroberflächen in Smart Homes

Der Begriff *Smart House* wurde 1984 erstmals von der *American Association of House Builders* verwendet [Harp03]. Im Jahr 2001 hat der Mobilfunkbetreiber Orange aus Großbritannien das Projekthaus *Orange at Home* präsentiert [Harp03]. In diesem Haus waren die automatische Licht- und Heizungssteuerung möglich. Sicherheits- und Gesundheitsaspekte, wie ein „health monitoring system in sport room“ [Harp03] wurden ebenso berücksichtigt. In Nishi Azabu, Japan wurde 1989 das *TRON Intelligent House* erbaut [Sear12]. Das Konzept hat auf „fusion of humans, nature and computers“ [Sear12] basiert. In diesem Smart Home wurden viele Funktionalitäten automatischer Hausautomation wie Rollladen-, Licht, Tür- und Fenstersteuerung und Gesundheitsaspekte wie Urintests, Blutdruckmessung und Kommunikation mit dem Hausarzt sowie Koch- und Backhilfe durch die Anzeige verschiedener Rezepte und ihre Zubereitungsanweisungen zur Verfügung gestellt. In Deutschland hat das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) 2007 das Förderprogramm *E-Energy - IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft* gestartet [SSKB10]. Der Fokus dieses Programms lag auf IKT-basierten Lösungen für die Probleme in Energie- und Klimapolitik [Zink08]. Parallel dazu wurde eine Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des BMWi durchgeführt und die Entwicklungen und Forschungen über Smart Home Technologien in Deutschland beschrieben [SSKB10].

Benutzerinterfaces sind eines der Kernbestandteile Smart Homes. Die Bewohner kommen durch sie mit den Technologien der Smart Homes in Kontakt. Viele unterschiedliche Ansätze für Benutzeroberflächen zur (energetischen) Hausautomation befinden sich bereits auf dem Markt und in wissenschaftlichen Projekten. Im Folgenden werden sieben ausgewählte Ansätze für Benutzerinterfaces in Smart Homes präsentiert.



je nach Bedürfnisse der Bewohner im RWE SmartHome programmiert werden können, in dem die intelligenten Geräte mit verschiedenen Auslösern verbunden werden. Beispielsweise wird im Falle eines Feuers der Rauchmelder ein Alarm auslösen und das Licht in der Wohnung automatisch angeschaltet sowie die Rollläden automatisch hochgefahren, damit die Evakuierung der Bewohner schnell und problemlos stattfindet [Wide13].

#### 4.1.2 EVN SmartHome

Das EVN SmartHome ist ein Produkt EVN Energievertrieb GmbH & Co KG aus Österreich und beschäftigt sich mit der Energieeinsparung durch Heizungssteuerung [Enze13]. Es ermöglicht die Temperatur der Räume in der Wohnung einzeln und automatisch zu steuern. Die Heizkörperthermostate sorgen im EVN SmartHome für die Regelung der Heiztemperatur. Durch eine Fensterkontakte wird erkannt, wenn das Fenster im Raum geöffnet wird. Als Folge wird die Heiztemperatur auf eine vorbestimmte Temperatur abgesenkt. Ziel dieser Regelung ist es einen unnötigen Energieverbrauch zu verhindern. Darüber hinaus bietet das EVN Smart Home einen Energiesparmodus, in dem alle Heizkörperthermostate beim Verlassen der Wohnung auf eine vorbestimmte Temperatur heruntergeregelt werden. Die weiteren Bestandteile des EVN SmartHomes sind die Wandthermostate und Zwischenstecker. Die Wandthermostate sind dafür zuständig die Ist-Temperatur in einem Raum zu messen. Die Fernsteuerung der Elektroheizung erfolgt mittels dem Zwischenstecker im Raum. Diese Geräte können einzeln oder in einem Startpaket inkl. des Portalzugangs (für 106,40 Euro) online bestellt werden. Die Zentraleinheit für die Einstellungen und für die Heizungssteuerung im EVN SmartHome ist die EVN SmartHome App. Die Abbildung 4.2 zeigt Beispielbilder des EVN SmartHome Apps für iPhone.



Abbildung 4.2: Anzeige und Steuerung der Raumtemperatur in verschiedenen Räumen auf der EVN SmartHome App für iPhone [Wild13]

Die Benutzeroberfläche dieser App gibt dem Bewohner des EVN SmartHomes einen Überblick über die Räume und darin befindlichen ansteuerbaren Geräte. Es ermöglicht die Ein- und Ausschaltung der automatischen Steuerung in jedem Raum sowie die Einstellung der aktuellen Soll-Temperatur und der Zieltemperatur ab einer bestimmten Uhrzeit. Ergänzend dazu können die Fernsteuerung und der Energiesparmodus über diese Benutzeroberfläche ein- und ausgeschaltet werden. Weiterhin kann der Fensterzustand (offen oder geschlossen) in einzelnen Räume kontrolliert werden sowie die Heizungen ferngesteuert werden [Wild13].

### 4.1.3 EVO SmartHome

Das EVO SmartHome ist ein Produkt der Energieversorgung Offenbach AG (EVO) und konzentriert sich auf die Energieeffizienz und die Heizungssteuerung in Smart Homes [Heim13]. Die Geräte des EVO SmartHomes und deren Einstellungen sind sehr ähnlich wie die des EVN SmartHomes. Das Raumthermostat wird verwendet um die Raumtemperatur zu messen. Es regelt ebenso die Heizungen über das Heizungsventil. Der Tür-Fensterkontakt arbeitet genauso wie im EVN SmartHome. Er erkennt, wenn ein Fenster geöffnet wird. Die Heiztemperatur wird dann auf eine voreingestellte Temperatur heruntergeregelt. Diese Geräte können einzeln oder in einem Starterpaket inkl. des Portalzugangs (ab 169 Euro) online bestellt werden. Die Einstellungen im EVO SmartHome und die Heizungssteuerung erfolgen wie bei den anderen Smart Homes über eine Benutzeroberfläche. Abbildung 4.3 zeigt die Benutzeroberfläche des EVO SmartHomes, welche über Smartphone, Tablet-PC und PC bedienbar ist.

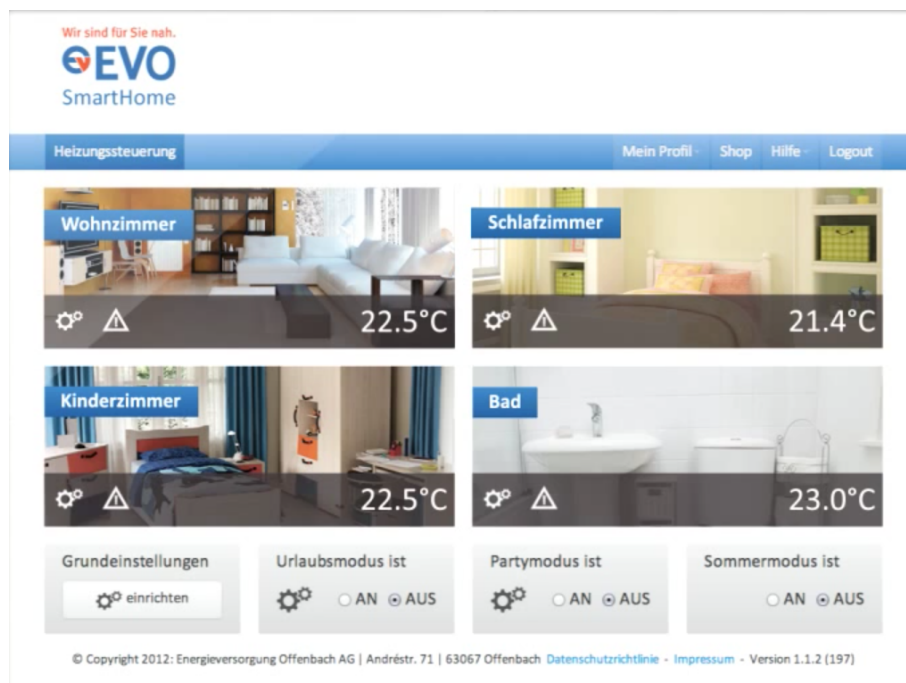


Abbildung 4.3: Übersicht über die Raumtemperatur in verschiedenen Räumen und Anzeige unterschiedlicher Modi für die Heizungssteuerung auf der Benutzeroberfläche des EVO SmartHomes [Heim13]

Die Benutzeroberfläche des EVO SmartHomes verwendet eine visuelle Darstellung einzelner Räume, um den Bewohnern einen Überblick über die Wohnung zu geben. Dadurch ermöglicht sie dem Bewohner auch in jedem Raum die Temperaturprofile seinen Bedürfnissen entsprechend einzurichten. Die Heizungssteuerung erfolgt somit über die Eingaben solcher Temperaturprofile. Im Vergleich zum EVN SmartHome bietet das EVO SmartHome weitere Profile für bestimmte Anlässe. Die Urlaubs-, Party- und Sommermodi. Das Funktionsprinzip des Urlaubs- und Partymodus sind ähnlich. Falls die Heizung länger ein- bzw. ausgeschaltet werden soll als im Temperaturprofil vordefinierten Zeitraum, dann sollen Party- bzw. Urlaubsmodus eingeschaltet werden. Wenn der definierte Zeitraum im Party- bzw. Urlaubsmodus abläuft, werden die Einstellungen im regulären Temperaturprofil wieder eingesetzt.



Im Sommer werden die Heizungen nicht gebraucht. Das Sommermodus vom EVO SmartHome öffnet das Heizungsventil automatisch und führt wöchentlich den Verkalkungsschutz durch, damit die Batterien des Stellantriebes im Laufe des Sommers verschont werden [Heim13].

#### 4.1.4 nest

Eine weitere einfache Möglichkeit zur Hausteuerung bietet das nest-Thermostat. Es ist ein Produkt der Nest Labs aus USA und sein Fokus liegt auf der Energie- und Kosteneinsparung durch Heizungssteuerung [Fade13]. Das Funktionsprinzip des Nest-Thermostats ist einfach. Die Raumtemperatur wird direkt über das Thermostat durch Auf- und Zudrehen reguliert. Das Besondere beim Nest ist, dass der Bewohner dem Gerät ihre gewünschten Temperatureinstellungen *beibringen* kann. Während der Installation soll der Bewohner einige allgemeine Fragen über seine gewünschten Temperatureinstellungen beantworten. Als nächstes soll das Gerät in der ersten Woche nach seiner Installation mit möglichst vielen Informationen gepflegt werden, damit er die Gewohnheiten des Bewohners schnell erlernen kann. Nach einer Woche erkennt das Gerät die Zeiträume, in dem der Bewohner zu Hause ist und dreht die Raumtemperatur nach zuvor eingestellten gewünschten Temperaturen auf und ab. Das nest-Thermostat hat zwei Modi. *Auto-Away* und *Away*. Beim Modus *Auto-Away* erkennt das Gerät, wenn der Bewohner nicht zu Hause ist und regelt sich automatisch bis zu der zuvor eingestellten Temperatur herunter. Im Gegensatz zu *Auto-Away* muss der Modus *Away* manuell eingestellt werden. Die Einstellungen bleiben bis der Bewohner sie wieder manuell ausschaltet. Das nest-Thermostat kann für \$249 online über die Website von nest. Abbildung 4.4 zeigt ein nest-Thermostat.



Abbildung 4.4: Das nest-Thermostat [Fade13]

Das nest-Thermostat lässt sich weiterhin über eine App für iPhone und iPad steuern, in dem das nest-Thermostat simuliert wird und wieder durch Auf- und Zudrehen auf dem Touchscreen eingestellt werden kann. Darüber hinaus ermöglicht diese App dem Benutzer einen Kalender für die gewünschten Temperaturen zu erstellen sowie die Energieeinsparung zu überwachen [Fade13].

## 4.2 Forschungsprojekte

Viele unterschiedliche Ansätze für Benutzeroberflächen in Smart Homes werden im Rahmen verschiedener Forschungsprojekte entwickelt. Die Schwerpunkte dieser For-

sungsprojekte sind vielfältig und daher auch die jeweiligen Entwürfe der Benutzeroberflächen. Im Folgenden werden drei Smart Homes aus unterschiedlicher Forschungsprojekten und ihre Benutzeroberflächen präsentiert.

#### 4.2.1 Smart Home im Forschungsprojekt MeRegioMobil

Das Smart Home des Forschungsprojekts MeRegioMobil ist ein intelligentes Haus am Campus Süd des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Es wurde im Rahmen des Projekts auf 80 Quadratmeter aufgebaut und besteht aus einer großen Wohnküche, zwei Schlafzimmern, einem Bad und einem Technikraum. In diesem Smart Home wurde die Einbindung der rückspeisefähigen Elektrofahrzeuge im Smart Grid als Stromverbraucher und -speicher untersucht [MeRe13]. Als Stromerzeuger zählen die PV-Anlagen auf dem Dach des Hauses und das Blockheizkraftwerk (BHKW) im Technikraum. Das Smart Home ermöglicht seinem Bewohner die Steuerung der intelligenten Geräte wie Waschmaschine, Spülmaschine, Trockner, Backofen und Herd. Im Haus befinden sich vier Touchscreens, die als Bedienschnittstelle dienen. Jeweils gibt es einen Touchscreen pro Schlafzimmer, einen Touchscreen in der Wohnküche und einen Touchscreen im Ausgangsbereich. Abbildung 4.5 zeigt ein Fenster aus dem Benutzerinterface des Smart Homes im Forschungsprojekt MeRegioMobil, das sogenannte Energy Management Panel (EMP).

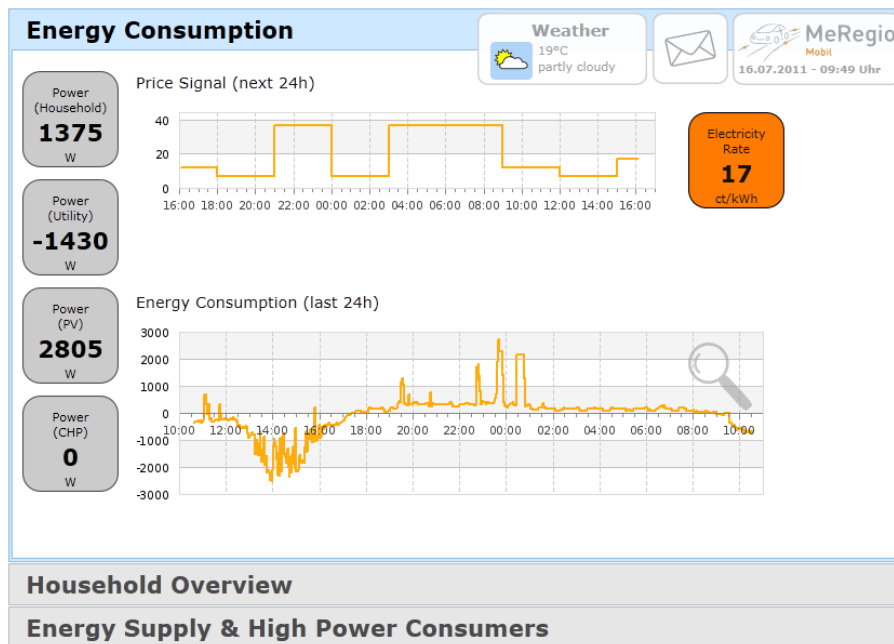


Abbildung 4.5: Übersicht über unterschiedliche Energiedaten im Energy Management Panel (EMP) des Smart Homes im Forschungsprojekt MeRegioMobil

Das EMP dient als Verbindungsschnittstelle zwischen Bewohner und Smart Home. Es ermöglicht dem Bewohner die Energiedaten im Smart Home zu überwachen und zu analysieren, sowie die am Smart Grid verbundenen intelligenten Haushaltsgeräte zu steuern. Weiterhin verbindet es die klassischen Eigenschaften der Hausautomation mit Komfort- und Sicherheitsaspekte [BeKS12, MeRe13].

Das EMP besteht aus den drei Teilen: *Energiedaten*, *Wohnung* und *Erzeuger & Auto* [Kell11]. Die *Energiedaten* umfasst Daten wie das Strompreissignal der nächsten 24

Stunden und die Verbrauchshistorie der letzten 24 Stunden. Ergänzend werden eine Übersicht über die aktuelle Erzeugung aus PV-Anlagen und BHKW sowie die Stromlieferung aus EVU und Leistungsdaten im Haus angezeigt. Informationen über das aktuelle Wetter und die aktuelle Uhrzeit stehen in diesem Teil zur Verfügung. Über den zweiten Teil *Wohnung* ist es möglich die intelligenten Geräte in der Wohnung zu steuern und die Leistungsdaten einzelner Geräte zu sehen. Die Leistungsdaten und weitere Informationen über die Stromerzeuger wie PV-Anlagen und BHKW sowie der im Smart Grid angeschlossenen Elektrofahrzeuge können im dritten Teil *Erzeuger & Auto* gefunden werden.

#### 4.2.2 FZI Living Lab smartHome/AAL

Das FZI Living Lab smartHome/AAL wurde als Forschungslabor am FZI House of Living Labs in Karlsruhe aufgebaut. Die Forschungsschwerpunkte konzentrieren sich auf das Energiemanagement und auf die weiteren Mehrwertdienste wie Ambient Assisted Living (AAL) für hilfsbedürftige alte Menschen sowie auf weitere Komfort- und Sicherheitsaspekte [FZIL13]. Das Forschungslabor besteht aus einer Wohnküche, einem Schlafzimmer, einem Bad und einem Eingangsbereich. Im Forschungslabor stehen unterschiedliche Bedienoberflächen zum Energiemanagement und zum AAL sowie zur klassischen Haussteuerung zur Verfügung. Abbildung 4.6 zeigt die Energieübersicht auf dem Energy Management Panel des FZI Forschungslabors smartHome/AAL.

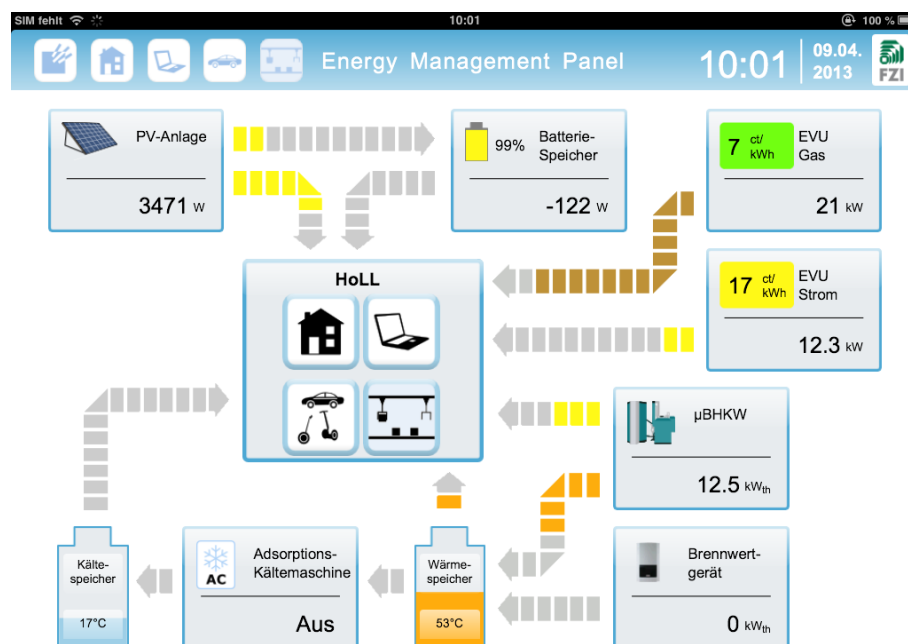


Abbildung 4.6: Übersicht über die Stromerzeuger und die Stromverbraucher im Energy Management Panel des FZI Living Labs smartHome/AAL

Die Gestaltung des Energy Management Panels im FZI Forschungslabor ist ähnlich wie das EMP des Forschungsprojekts MeRegioMobil. Es bietet dem Bewohner detaillierte Übersichten über Stromerzeuger und Stromverbraucher sowie über die Wohnung. Im Unterschied zum EMP erfolgt die Navigation zwischen Seiten über die Icons neben der Überschrift. Durch Tippen auf das entsprechende Icon können die

Informationen über die ganze Wohnung oder über die im Smart Grad angeschlossenen Elektrofahrzeuge aufgerufen werden.

### 4.2.3 Smart Watts

Smart Watts ist ein Forschungsprojekt des Förderprogramms E-Energy der Bundesregierung. Im diesem Projekt liegt der Fokus auf dem Smart Metering und auf der automatischen Lastverschiebung. Somit sollen die intelligenten Haushaltsgeräte in der Lage sein, selbstständig zu entscheiden, wann sie Strom verbrauchen sollen [Quad12]. In einem Feldversuch werden intelligente Zählersysteme getestet. Teilnehmer erhalten einen intelligenten Zähler und intelligente Steckdosen, an den sie ihre intelligenten Haushaltsgeräte anschließen sowie die Steueroberfläche, die sogenannte SmartWatts-App [Hinr13]. Abbildung 4.7 zeigt das *Cockpit* zur Anzeige des aktuellen Verbrauchs an der intelligenten Steckdosen sowie die weiteren Anzeigen des Zählerstandes und des aktuellen Strompreises.

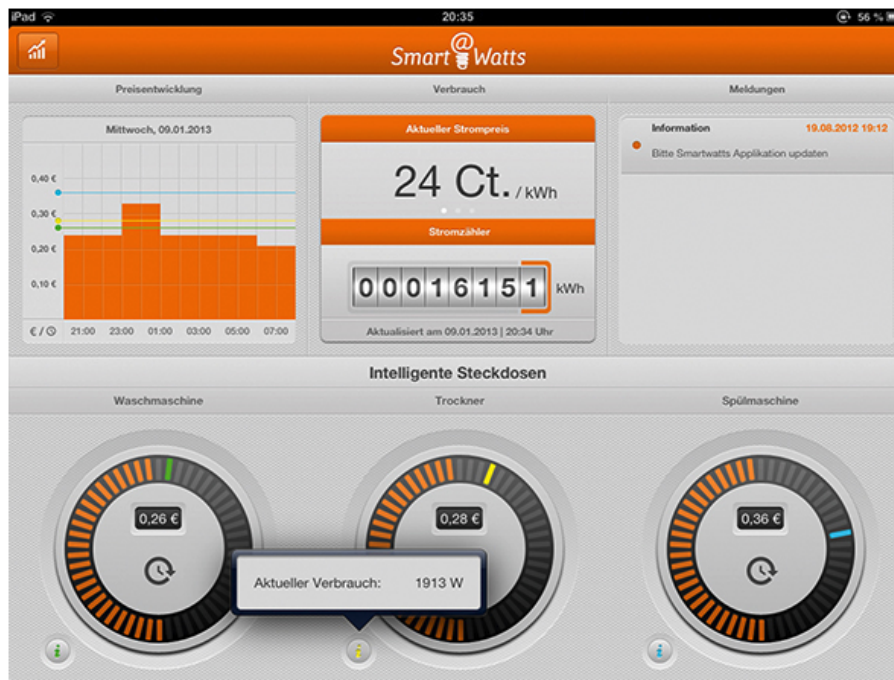


Abbildung 4.7: Anzeige des aktuellen Verbrauchs an der intelligenten Steckdosen und des Zählerstandes sowie des aktuellen Strompreises auf der Benutzeroberfläche des Forschungsprojekts Smart Watts [Hinr13]

Die Benutzeroberfläche dieser App gibt dem Benutzer einen Überblick über den aktuellen Strompreis und den aktuellen Stromverbrauch. Ergänzend dazu bietet sie eine grafische Darstellung des täglichen, wöchentlichen, monatlichen und jährlichen Stromverbrauchs. Es ist auch möglich über diese App eine Vorhersage über den Strompreis in den nächsten 24 Stunden abzurufen. Weiterhin ermöglicht diese App dem Benutzer für die intelligenten Haushaltsgeräte einen maximalen Strompreis zu bestimmen, den er bezahlen will. Damit schaltet sich das Haushaltsgerät erst an, wenn der Strompreis unter dem vorbestimmten Preis liegt [Buer12].

## 4.3 Vergleich und Bewertung

Bei der (energetischen) Hausautomation in Smart Homes kommt dem Benutzerinterface eine wichtige Rolle zu. Sie bilden die Schnittstellen, über die die Bewohner mit ihrem intelligenten Haus in Kontakt kommen. Sowohl im Markt als auch in wissenschaftlichen Projekten werden viele unterschiedliche Ansätze für Smart Home Technologien entwickelt und somit auch viele unterschiedliche Ansätze für ihre Benutzeroberflächen. Die in diesem Kapitel beschriebenen Beispiele geben einen Überblick über den derzeitigen Stand der Produkte aus Wirtschaft und Forschung.

Das RWE Benutzerinterface bietet Lösungen für unterschiedliche Funktionen der allgemeinen Hausautomation. Die Darstellung der Funktionen durch Icons mit unterschiedlicher Farbcodierungen vermittelt eine farbenfrohe Übersicht. Die Bedienung der Oberfläche wird durch Tippen und Ziehen vereinfacht. Alle Funktionen, die zur Hausautomation benötigt werden, werden im Benutzerinterface bereitgestellt. Damit ermöglicht es eine effektive Benutzbarkeit. Kombinationsmöglichkeiten der Steuerung der intelligenten Geräte mit Aktionen nach den Bedürfnissen der Bewohner erhöhen die Individualisierbarkeit des Benutzerinterfaces.

Im Vergleich zu RWE Smart Home konzentrieren sich die Ansätze der EVN und EVO Smart Homes sowie des NEST auf einen einzigen Aspekt der Hausautomation: Energieeinsparung durch Heizungssteuerung. Das EVN Benutzerinterface ist über Smartphone bedienbar und das EVO Benutzerinterface über Touch-PC. Das NEST vervielfacht die Bedienungsmöglichkeiten. Die Bedienung des NEST-Thermostats ist sowohl über das Gerät selbst als auch über iPad und iPhone möglich. Alle drei Beispiele haben ähnliche Funktionalitäten. Sie unterscheiden sich in der Darstellung dieser Funktionen auf der Benutzeroberfläche. Bei dem EVN Benutzerinterface werden die Daten textuell dargestellt. Im Unterschied dazu wird eine visuelle Darstellung bei dem EVO Benutzerinterface bevorzugt. Das NEST ist ein gutes Beispiel für die direkte Manipulation<sup>1</sup>. Im Vergleich zu EVN und EVO Benutzerinterfaces bietet es eine vereinfachte Bedienung.

Die kommerziellen Produkte konzentrieren sich eher auf die klassische Hausautomation mit den Schwerpunkten Energie- und Kosteneinsparung. Dazu stehen die Komfort- und Sicherheitsaspekte im Mittelpunkt ihrer Ansätze. Im Vergleich zu den kommerziellen Produkten sind die Schwerpunkte der wissenschaftlichen Projekte vielfältig. Die unterschiedlichen Anwendungsfelder der Hausautomation, von Energiemanagement und Energieeffizienz über Gesundheit bis hin zur Elektromobilität und erneuerbare Energien, werden in wissenschaftlichen Projekten forschend und daraus resultierend werden viele unterschiedliche Ansätze für die Hausautomation entwickelt. Im Vergleich zur kommerziellen Produkten bieten sie auch viel mehr Informationen über die Technologien der Hausautomation. Deswegen können die kommerziellen Benutzeroberflächen im Vergleich zu den Benutzeroberflächen der Forschungsprojekte auf dem ersten Blick so aussehen, dass sie eine intuitive Bedienbarkeit ermöglichen.

Wegen der Vielfalt ihrer Schwerpunkte soll jede Benutzerinterface im Rahmen seines eigenen Kontextes bewertet werden. Alle drei Benutzeroberflächen der Forschungs-

---

<sup>1</sup>Siehe dazu das Kapitel 5.2

projekte bieten eine effiziente und effektive Benutzbarkeit. Sie stellen alle technische Informationen zur Verfügung die für ihre Schwerpunkte relevant sind.

## 5. Konzept für ein vereinfachtes Benutzerinterface in Smart Homes

Ziel dieser Arbeit ist es ein vereinfachtes Benutzerinterface für Smart Homes zu konzipieren und darüber hinaus unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten der Smart Home Technologien in alternativen Benutzerinterfaces zu analysieren. Zielgruppe dieses vereinfachten Konzepts sind technisch nicht-versierte Bewohner, die erstmals die Smart Home Technologien benutzen werden.

Dieses Kapitel gliedert sich in vier Abschnitte. Im ersten Abschnitt werden die Anforderungen an die Benutzerinterfaces gemäß der DIN-Normen erläutert. Dabei werden die Anforderungen an die Benutzbarkeit und die sieben Grundsätze der Gestaltung eines Benutzerinterfaces beschrieben. Im Abschnitt 5.2 werden die Eigenschaften des neuen vereinfachten Konzepts unter Berücksichtigung der Anforderungen an die Benutzerinterfaces präsentiert und darauf aufbauend wird in Abschnitt 5.3 das neue Konzept bewertet. Im Abschnitt 5.4 werden die Konzeptionen von drei alternativen Benutzerinterfaces detailliert beschrieben.

### 5.1 Grundsätze der Mensch-System-Interaktion

Benutzerinterfaces spielen in der Mensch-System-Interaktion eine zentrale Rolle. Sie stellen die Schnittstellen dar, über die Menschen mit Systemen kommunizieren. Die Richtlinien für die Mensch-System-Interaktion werden in der Norm *DIN EN ISO 9241: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion* [Kemp06c] des Deutschen Instituts für Normung e.V. beschrieben. Diese Norm bestand bis 2006 hauptsächlich aus 17 Teilen, in denen die Anforderungen an Hard- und Software sowie an die Arbeitsumgebung erläutert wurden. Seit 2006 werden weitere neue Teile hinzugefügt. Besonders wichtig für die Benutzerschnittstellen sind die Teile *DIN EN ISO 9241-11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit* [Kemp06a] und *DIN EN ISO 9241-110: Grundsätze der Dialoggestaltung* [Kemp06b]. Sie bilden die allgemeinen Anforderungen an die Dialoggestaltung zwischen Menschen und Software.

Der Teil 9241-11 beschreibt die Anforderungen an die Benutzbarkeit (engl. Usability) einer Software. Der Begriff Benutzbarkeit wird als „[das] Ausmaß, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer/-innen in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und zufriedenstellend zu erreichen“ [Burm13] definiert. Eine Software bietet dem Anwender eine effektive Benutzbarkeit, wenn sie genau und vollständig ist. Das heißt, die Software beinhaltet alle Funktionen, die für das Ziel des Benutzers relevant sind [Burm13]. Mit der Effizienz der Benutzbarkeit ist gemeint, wie aufwändig die Funktionen der Software sind, mittels derer ein Benutzer seine vorgesehenen Ziele erreicht [Burm13]. Das letzte Kriterium für die Benutzbarkeit einer Software entspricht der Zufriedenheit der Benutzer während der Nutzung dieser Software [Burm13].

Im Teil 9241-110 werden die Grundsätze der Dialoggestaltung zwischen Mensch und Software erläutert. Nach diesem Teil soll ein Dialog zwischen Mensch und Software aufgabenangemessen, selbstbeschreibend, erwartungskonform, lernförderlich, steuerbar, fehlertolerant und individualisierbar sein [Schn13].

Die Aufgabenangemessenheit eines Dialogs zwischen Mensch und Software beschreibt die Bereitstellung der Funktionen, die einen Benutzer dabei unterstützen, dass er seine Aufgaben effektiv und effizient erledigen kann.

Mit der Selbstbeschreibungsfähigkeit ist gemeint, dass es dem Benutzer zu jeder Zeit verständlich und offensichtlich sein muss, wo er sich zur Zeit in der Software befindet und welchem Pfad in der Software er folgt, um seine Aufgaben zu erledigen.

Der Grundsatz der Erwartungskonformität definiert die Konsistenz des Dialogs zwischen Mensch und Software. Es wird dann konsistent, wenn die Erfahrungen und die Kenntnisse der Benutzer über andere ähnliche Software berücksichtigt werden. Zudem sollen die gleichen Funktionen in jeder Software durch ähnliche Symbole gekennzeichnet sein.

Mit der Lernförderlichkeit eines Dialogs wird als Ziel gesetzt, dass der Benutzer beim Erlernen der Software minimale Zeit braucht, und dann bei der Nutzung der Software weiter unterstützt wird. Zum Beispiel hilft die Zuordnung der Funktionen und deren Shortcut-Kombinationen unter einem Menüpunkt dem Benutzer beim Erlernen der Funktionen der Software.

Die Steuerbarkeit eines Dialogs bezieht sich darauf, dass der Benutzer zu jeder Zeit den Dialogablauf beeinflussen kann. Das heißt, dass der Benutzer beispielsweise zu jeder Zeit einen Dialog starten oder abbrechen sowie seine Eingaben ändern kann, bis er seine Aufgabe erledigt hat.

Die Fehlertoleranz beschreibt die Fehlererkennungs- und Fehlerbehebungsmechanismen einer Software. So soll die Software etwa in der Lage sein, die fehlerhafte Eingaben des Benutzers zu erkennen. Dann soll sie die Fehler entweder automatisch beheben oder den Benutzer die Fehler korrigieren lassen.

Die Individualisierbarkeit eines Dialogs gibt dem Benutzer die Möglichkeit, die Darstellung der Informationen in der Software an seine Bedürfnisse und Prioritäten



anzupassen.

Bei der Konzeption eines vereinfachten Benutzerinterfaces für das Smart Home im Forschungsprojekt MeRegioMobil wurden die oben genannten Anforderungen an die Benutzbarkeit und die Grundsätze der Gestaltung eines Benutzerinterfaces berücksichtigt. Die Eigenschaften dieses vereinfachten Konzepts werden im folgenden Abschnitt detailliert beschrieben.

## 5.2 Eigenschaften des vereinfachten Benutzerinterfaces

Das neue Konzept für ein vereinfachtes Benutzerinterface basiert auf dem Energy Management Panel (EMP) im Smart Home des Forschungsprojekts MeRegioMobil, welches im Jahr 2011 in der Bachelorarbeit [Kell11] von Anna Kellerer am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) entworfen und entwickelt wurde. Eine weitere Beschreibung dieses Smart Homes und des EMPs kann im Abschnitt 4.2.1 der vorliegenden Arbeit gefunden werden.

Das neue vereinfachte Benutzerinterface wurde nach den im Abschnitt 5.1 erläuterten Anforderungen konzipiert. Ergänzend dazu werden folgende Prinzipien für eine potenzielle Vereinfachung des vorhandenen EMPs berücksichtigt:

**Direct Manipulation Interfaces:** Ben Schneiderman und Catherine Plaisant definieren in [ScPl05] den Interaktionsstil *Direkte Manipulation* in Mensch-Rechner-Interaktion als „visual representation (metaphor) of the *world of action* [with] rapid, incremental, and reversible actions; replacement of typing with pointing and selecting; [and] immediate visibility of results of actions“. Direkte Manipulation bildet die Basis des neuen vereinfachten Benutzerinterfaces für Smart Homes. Besonders bei der visuellen Repräsentation der eventuellen Aktionen in einzelnen Räumen im Smart Home und bei der Darstellung der intelligenten Geräte gewinnt dieser Interaktionsstil an Bedeutung. Im Rahmen dieser Studienarbeit wird es für eine Vereinfachung vorgenommen, die textuelle Repräsentation der Geräte und deren Statusinformationen im EMP durch eine visuelle Darstellung zu ersetzen.

**Accordion-Struktur:** Das Menü des EMPs im Forschungsprojekt MeRegioMobil hat eine Accordion-Struktur [Kell11]. Diese Struktur wird im vereinfachten Benutzerinterface beibehalten und in unteren Ebenen der neuen Menüstruktur erweitert. Mit dieser Erweiterung wird bezweckt, die Selbstbeschreibungsfähigkeit des vereinfachten Benutzerinterfaces zu erhöhen. Darüber hinaus wird bei der neuen Menüstrukturierung nach Ebenen darauf geachtet, technische Daten soweit wie möglich in unteren Ebenen zu verbergen, und die Übersichtlichkeit bei der Steuerung intelligenter Geräte in den Vordergrund zu stellen.

**Zusammenfassung der Energiedaten:** Im EMP des Forschungsprojekts MeRegioMobil werden die Energiedaten in zwei Bereiche aufgeschlüsselt. Im Bereich *Energiedaten* werden die Leistungsdaten der Energieverbraucher im Smart Home sowie das Strompreissignal der nächsten 24 Stunden und die Verbrauchshistorie der letzten 24 Stunden dargestellt. Im Bereich *Erzeuger und Auto* werden die Leistungsdaten

der Energieerzeuger wie PV-Anlagen und BHKW sowie die aktuellen Zustände und Informationen der im Smart Grid angeschlossenen Elektrofahrzeuge dargestellt. Im vereinfachten Benutzerinterface werden diese Bereiche unter dem Bereich *Energiedaten* zusammengefasst. Damit wird das Ziel verfolgt, die Energiedaten übersichtlicher darzustellen. Es wird so dem Bewohner im Smart Home möglich sein, die Energiedaten schneller aufzurufen.

**Einheitliche Visualisierung der intelligenten Geräte:** Im neuen vereinfachten Benutzerinterface wird eine einheitliche Darstellung der intelligenten Geräte verschiedener Hersteller vorgenommen. Das hat zum Ziel intelligente Geräte herstellernabhängig steuern zu können. Wie im EMP wird jedes im Smart Home integrierte Gerät auch im neuen vereinfachten Benutzerinterface durch ein Icon repräsentiert. Die Eingabe für die Steuerung des entsprechenden Geräts erfolgt über ein Bedienfeld auf dem Benutzerinterface. Hier befinden sich sowohl das Anzeigefeld und die Tasten der Anzeige sowie Anzeigelampen für Betriebsstatus und Programmwähler. Je nach Gerät können einige Komponenten des Bedienfelds entnommen oder hinzugefügt werden. So soll dem Benutzer eine einfache Steuerung seiner intelligenten Haushaltsgeräte ermöglicht werden. Die Einstellungen für einen sofortigen bzw. für einen späteren Start des Geräts werden im neuen vereinfachten Benutzerinterface weiterhin beibehalten.

Das neue Benutzerinterface dient wie das EMP zur Visualisierung der Energiedaten für die Haushaltsführung und zur Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte. Das Menü gliedert sich in zwei Hauptbereiche: *Energiedaten* und *Wohnung*.

### 5.2.1 Anzeige der Energiedaten im vereinfachten Benutzerinterface

Energieerzeuger wie PV-Anlagen und BHKW sowie die Leistungsdaten der Energieverbraucher im Smart Home werden unter dem Menüpunkt *Energiedaten* zusammengefasst.

Auf der Startseite des Energiedaten-Bereichs befinden sich jeweils ein Kästchen mit dem aktuellen Strompreis, der aktuellen Leistung der Energieverbraucher im Smart Home und der Stromkosten sowie ein Anzeigefeld und drei Buttons. Auf dem Anzeigefeld werden das Strompreissignal der nächsten 24 Stunden, die Verbrauchshistorie der letzten 24 Stunden oder der Strommix aus den Energieerzeugern im Smart Home angezeigt. Die gewünschte Information kann durch Tippen auf dem entsprechenden Button neben dem Anzeigefeld aufgerufen werden.

Diese Startseite bietet dem Benutzer eine übersichtliche Darstellung der Energiedaten. Der Anwender kann über die Button zwischen den einzelnen grafischen Darstellungen der Energiedaten schnell navigieren, ohne die Startseite zu verlassen. Die leuchtenden Rahmen der Button zeigen an, welche Energiedaten zur Zeit aktiv aufgerufen werden. Die Farbcodierungen im Kästchen repräsentieren die aktuellen Stromdaten. Beispielsweise entspricht die rote Farbe einem teuren Strompreis und die grüne Farbe einem günstigen Strompreis.

Abbildung 5.1 zeigt die Energiedaten auf der Startseite des Energiedaten-Bereichs.

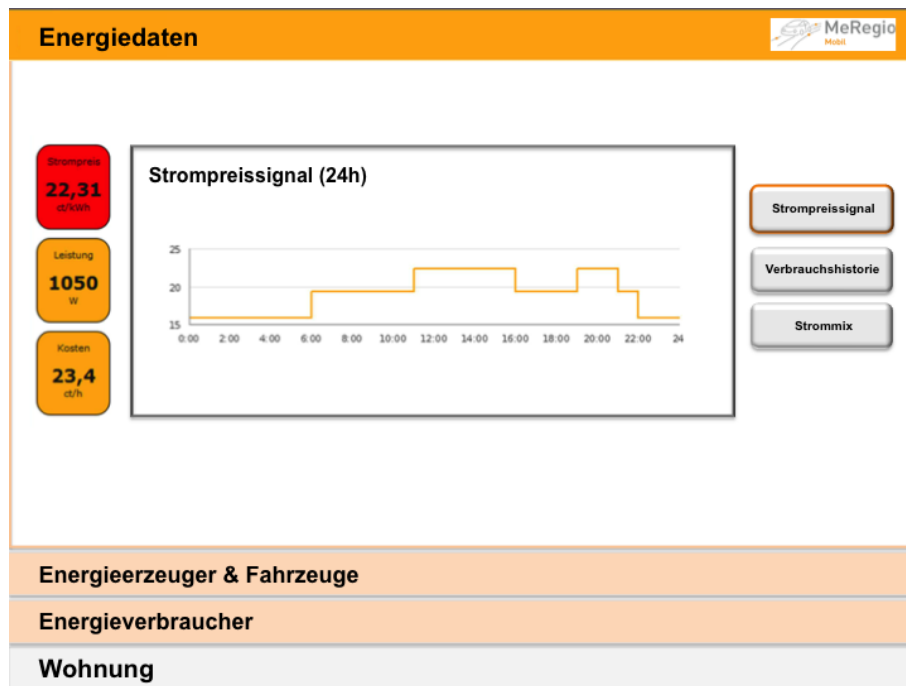


Abbildung 5.1: Anzeige der Energiedaten auf der Startseite des Energiedaten-Bereichs im vereinfachten Benutzerinterface

Unter der Rubrik *Energieerzeuger & Fahrzeuge* werden die technischen Daten und Informationen über die Energieerzeuger wie PV-Anlagen und BHKW sowie die am Smart Grid angeschlossenen Elektrofahrzeuge zusammengefasst. Ihre Anzeige erfolgt über ein integriertes Anzeigefeld. Durch Tippen auf dem Button neben dem Anzeigefeld können die entsprechenden Daten aufgerufen werden. Für jeden Energieerzeuger bzw. für jedes Elektrofahrzeug werden unterschiedliche Daten bereitgestellt. Für den anderen Energieerzeuger BHKW werden Daten über die maximale thermische und elektrische Leistung, die Temperatur der Speicher, der Gesamtwirkungsgrad und der Brennstoff zur Verfügung gestellt. Ergänzend dazu können auf dieser Seite die Informationen für Elektrofahrzeuge wie ihr aktueller Status, Reichweite, Ladedauer und aktuelle Stromkosten aufgerufen werden sowie ihre Abfahrtzeit und maximale Reichweite eingestellt werden.

Die Gestaltung der Unterseite *Energieverbraucher* ist ähnlich der Unterseite *Energieerzeuger & Fahrzeuge*. Die Anzeige der intelligenten Geräte im Smart Home samt ihrer Daten erfolgt über ein Anzeigefeld. Neben diesem befinden sich die Buttons, die die Räume im Smart Home repräsentieren. Durch Tippen auf den entsprechenden Button können die intelligenten Geräte in einem Raum aufgerufen werden. Für jedes intelligente Gerät wird ein bestimmtes Icon verwendet. Die Gestaltung dieser Seite und die Icons der intelligenten Geräte in der Küche zeigt die Abbildung 5.3. Wird auf das Icon eines Geräts geklickt, so werden die Daten wie ihr aktueller Status und die Leistung des Gerätes sowie die grafische Darstellung seiner Leistungshistorie in dem Anzeigefeld angezeigt.

Abbildungen 5.2 und 5.3 zeigen die Gestaltung der Unterseiten zu den Energiedaten.

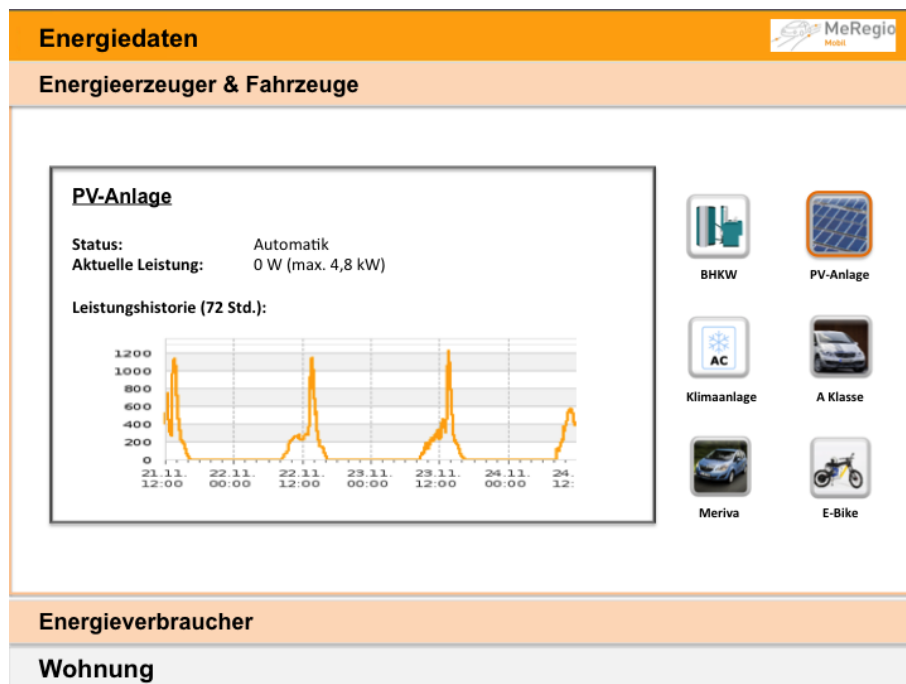


Abbildung 5.2: Anzeige unterschiedlicher Energieerzeuger und Fahrzeuge sowie die Leistungsdaten der PV-Anlage auf dem vereinfachten Benutzerinterface



Abbildung 5.3: Anzeige unterschiedlicher Energieverbraucher in der Küche auf dem vereinfachten Benutzerinterface

Unter dem Menüpunkt Energiedaten ist die Accordion-Struktur des neuen vereinfachten Benutzerinterface deutlich zu erkennen. Diese Struktur erhöht die Selbstbeschreibungsfähigkeit des Benutzerinterfaces, denn mit dessen Hilfe weiß der Benutzer genau, wo er sich im Benutzerinterface befindet. Die Farbwahl dient zur Verdeutlichung der Ebenen in der Menüstruktur. Die Überschrift Energiedaten hat einen dunkleren Hintergrund und größere Schriftgröße als die zwei Unterschriften unter dieses Menüpunktes. Es ermöglicht dem Benutzer schnell und übersichtlich zwischen den Ebenen im Menü zu navigieren.

### 5.2.2 Steuerung der Haushaltsgeräte im vereinfachten Benutzerinterface

Neben der Visualisierung der Energiedaten für die Haushaltsführung dient das vereinfachte Benutzerinterface auch zur Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte. Abbildung 5.4 zeigt die Darstellung des Menüpunkts *Wohnung*, in dem die Informationen über die ganze Wohnung zur Verfügung gestellt werden und die intelligenten Haushaltsgeräte gesteuert werden können.



Abbildung 5.4: Anzeige vom Grundriss des Smart Homes und der Icons für Leistungshistorie, aktuelle Temperatur und Lichtsteuerung auf dem Wohnung-Bereich im vereinfachten Benutzerinterface

Auf der Startseite des Menüpunktes *Wohnung* befinden sich der Grundriss vom Smart Home, ein Anzeigefeld sowie vier Icons für Leistungshistorie der Energieverbraucher im Smart Home in den letzten 24 Stunden, dazu die aktuelle Temperatur- und Lichtsteuerung, die sowohl über den Grundriss als auch über die neben dem Anzeigefeld stehenden Icons erfolgen.

Die Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte im Smart Home wird durch Tippen auf der entsprechenden Wohnfläche auf dem Grundriss gestartet. Dann erscheint die

Anzeige der intelligenten Haushaltsgeräte wie auf der Abbildung 5.3 unter des Menüpunktes *Wohnung*. Hier soll ein intelligentes Gerät in einem Raum zur Steuerung ausgewählt werden. Wird die Auswahl getroffen, dann erscheint eine Unterseite unter dem Menüpunkt *Wohnung*, wo die Steuerung durchgeführt werden kann. Abbildung 5.5 zeigt das Bedienfeld für eine intelligente Waschmaschine im Smart Home.

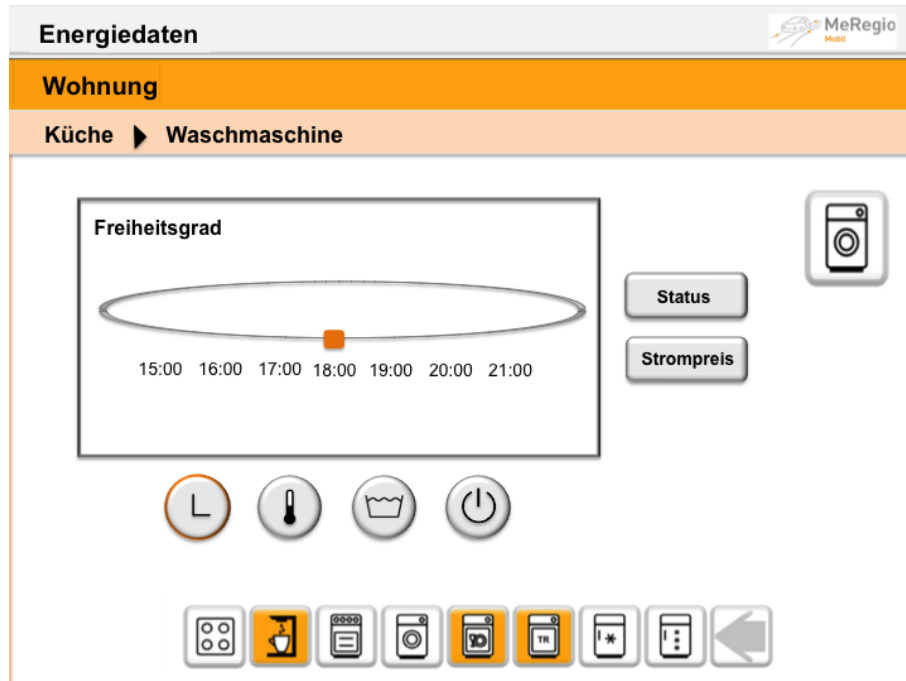


Abbildung 5.5: Bedienfeld einer intelligenten Waschmaschine auf dem vereinfachten Benutzerinterface zur Einstellung des Endzeitpunktes für den nächsten Waschvorgang

Auf diesem Bedienfeld befinden sich ein Anzeigefeld sowie Buttons und Icons. Die Buttons neben dem Anzeigefeld stehen für die aktuellen Statusinformationen und für das Strompreissignal der nächsten 24 Stunden zur Verfügung. Die Statusinformationen und die grafische Darstellung des Strompreissignals werden auf dem Anzeigefeld angezeigt. Die vier Buttons unter dem Anzeigefeld werden verwendet, um die Einstellungen für das Gerät durchzuführen. In der Abbildung 5.5 ist die Einstellung des Freiheitsgrads für die intelligente Waschmaschine dargestellt. Neben dem Freiheitsgrad können die Temperatur und das Waschprogramm für den nächsten Waschvorgang über dieses Bedienfeld eingestellt werden. Starten bzw. Abbrechen des Waschvorgangs erfolgt über den Start/Stop-Button unter dem Anzeigefeld. Die Icons unter der Seite repräsentieren alle intelligente Geräte in dem ausgewählten Raum. Durch Tippen auf den Button, kann das Bedienfeld des entsprechenden Geräts aufgerufen werden, ohne zurück zu der vorherigen Seite zu navigieren. Hier ist es zu beachten, dass für jedes Gerät ein anderes Bedienfeld entworfen werden soll, weil jedes Gerät unterschiedliche Einstellungen hat. Es soll aber möglich sein, für jedes Gerät den Freiheitsgrad einzustellen und den Vorgang manuell ein- und auszuschalten.

Unter diesem Menüpunkt wird die Accordion-Struktur verwendet, damit der Benutzer zwischen den Ebenen auch in diesem Menüpunkt schnell und übersichtlich navigieren kann.

Direct Manipulation Interfaces bilden die Grundlage des Entwurfs eines solchen Bedienfelds. Mit Hilfe von Direct Manipulation kann die Nutzung der Benutzerinterfaces vereinfacht werden, denn die visuelle Repräsentation der vom Alltag bekannten Objekte auf dem Benutzerinterface ist möglich [ScPl05]. Auf dem Bedienfeld für die Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte wird ein Anzeigefeld entworfen, analog den in modernen Haushaltsgeräten üblichen digitalen Displays. Mit einem solchen Entwurf wird beabsichtigt, dass der Benutzer nur eine kurze Einlernphase für die Nutzung des neuen vereinfachten Benutzerinterfaces braucht. Die Visualisierung der Geräte durch Icons spielt auch eine wichtige Rolle bei der Vereinfachung der Benutzerinterfaces. Die visuelle Darstellung durch Icons ermöglicht es dem Benutzer, schnell und einfach zu verstehen, was für ein Gerät auf dem Benutzerinterface repräsentiert wird.

In dem folgenden Abschnitt wird die Konzeption des neuen vereinfachten Benutzerinterfaces nach den im Abschnitt 5.1 genannten Grundsätze bewertet. Daraus resultierend werden die Stärken und Schwächen einer solchen Konzeption diskutiert.

### 5.3 Bewertung des vereinfachten Benutzerinterfaces

Das neue vereinfachte Benutzerinterface ermöglicht dem Benutzer eine effektive und effiziente Nutzung der Smart Home Technologien. Während der Konzeption wurde besonders beachtet, dass keine Daten und Informationen über Smart Home Technologien durch eine potenzielle Vereinfachung des Benutzerinterfaces verloren gehen. Zu diesem Zweck wurden alle Energiedaten unter einem Menüpunkt zusammengefasst. Einerseits ermöglicht eine solche Darstellung der Energiedaten dem Benutzer einen inhaltsvollen Überblick über die Daten. Auf der anderen Seite kann er alle Energiedaten schnell erreichen.

Die erweiterte Accordion-Struktur erhöht die Selbstbeschreibungsfähigkeit des neuen vereinfachten Benutzerinterfaces. Der Benutzer kann schnell navigieren. Darüber hinaus verliert er an keiner Stelle des Benutzerinterfaces den Überblick darüber, wo er sich gerade in der Menüstruktur befindet.

Während der Konzeption wurde beachtet, dass die Konsistenz des neuen Benutzerinterfaces nicht zerstört wird. Die Erfahrungen und Kenntnisse der Benutzer über EMP wurden berücksichtigt. Die Icons im EMP wurden in dem neuen Benutzerinterface beibehalten, und als neue Icons und Symbole wurden aus dem Alltag bekannten Objekten ausgewählt. Dadurch wurde eine erwartungskonforme Gestaltung des vereinfachten Benutzerinterface garantiert und die Zeit für das Erlernen des neuen Benutzerinterfaces minimiert.

Mit der visuellen Darstellung der Funktionalitäten durch allgemeine Symbole wurde als Ziel gesetzt, dass die Aufgabenangemessenheit des neuen vereinfachten Benutzerinterfaces gegeben ist. Die selbsterklärenden Icons und Symbole unterstützen den Benutzer bei der Steuerung der Funktionalitäten im Smart Home. Ergänzend dazu können kurze Tooltips für Icons dem Benutzer beim Verstehen der Funktionalitäten helfen.

Während der Konzeption des vereinfachten Benutzerinterfaces wurde insbesondere Wert auf die Trennung der Darstellung der technischen Daten und der Steuerung intelligenter Geräte gelegt. Durch die neue Menüstruktur wurde dieses Ziel erreicht.

Die wichtigste Neuerung im neuen Benutzerinterface ist, dass die Details einzelner Geräte nicht mehr in separaten Fenstern angezeigt werden, sondern in Anzeigefeldern, die in jede Seite des neuen Benutzerinterfaces integriert sind. Auf diesen Anzeigefeldern kann vieles von den grafischen Darstellungen der Energiedaten über allgemeine Informationen intelligenter Geräte bis hin zur Steuerungseinstellungen dieser Geräte angezeigt werden.

## 5.4 Alternative Benutzeroberflächen

In diesem Abschnitt werden die Voraussetzungen für alternative Benutzeroberflächen für Smart Homes beschrieben, die allgemeinen Eigenschaften der neuen Benutzeroberflächen genannt und die Ideen zu deren Konzeptionen erläutert.

Es wird vorausgesetzt, dass die neu entworfenen alternativen Benutzeroberflächen dem Bewohner des Smart Homes die intuitive und einfache Nutzung der Smart Home Technologien ermöglichen. Einerseits sollen sie so einfach zu bedienen sein, dass nicht-versierte Benutzer keine Schwierigkeiten haben, diese Benutzeroberflächen zu benutzen. Andererseits sollen sie so komplex sein, dass bei versierten Nutzern keine Frustration während der Anwendung aufkommt. Darüber hinaus soll der Einsatz der alternativen Benutzeroberflächen im Smart Home die Bewohner nicht stören und das primäre Ziel von Smart Home Technologien verfolgen: den Bewohnern ein komfortables Leben ermöglichen. Weiterhin wird vorausgesetzt, dass die technischen Daten, etwa die Leistungshistorie der PV-Anlagen, die Verbrauchshistorie des Stroms der letzten 24 Stunden so weit wie möglich in den Hintergrund treten und die Bedienbarkeit der Smart Home Technologien eher im Vordergrund stehen. Eine besonders wichtige Eigenschaft des Smart Homes ist die Einplanung des Gerätestarts unter Berücksichtigung flexibler Strompreisentwicklungen. Bei dem Entwurf einer alternativen Benutzeroberfläche soll beachtet werden, dass diese Eigenschaft ebenfalls im Vordergrund steht. Außerdem sollen die alternativen Oberflächen ermöglichen, dass der bidirektionale Informationsaustausch zwischen den Bewohnern des Smart Homes und den Smart Home Technologien beibehalten wird. Die neue Oberfläche soll in der Lage sein, zu jeder Zeit einen Überblick über das Smart Home zu geben.

Ergänzend zu diesen Voraussetzungen spielt die Analogie eine wichtige Rolle für den Entwurf der neuen alternativen Benutzeroberflächen. Das Wort Analogie ist griechischen Ursprungs, stammt aus dem 16. Jahrhundert und steht für *Entsprechung*, *Ähnlichkeit* und *Übereinstimmung* von mindestens zwei Dingen [DWDS13]. Im Rahmen dieser Studienarbeit werden aus dem Alltag bekannte Objekte wie Küchenwecker, Bilderrahmen und Wecker genommen und mit alternativen Benutzeroberflächen und Funktionen versehen. Eigenschaften wie Töne abspielen oder Stellen des Weckers werden in den neuen Oberflächen adaptiert. Mit solchen ähnlichen Eigenschaften wird damit gerechnet, dass die Bewohner diese neuen Oberflächen schneller akzeptieren und adaptieren.



Die neuen alternativen Benutzeroberflächen sollen die folgenden gemeinsamen Eigenschaften haben:

- Der aktuelle Strompreis wird durch Farben visualisiert. Zum Beispiel leuchten die Rahmen der Oberfläche rot, wenn derzeit Strom teuer ist, und grün, wenn er günstig ist.
- Dauerhaft stark leuchtende Farben können stören. Es soll daher möglich sein, diese Funktion ein- und auszuschalten.
- In der neuen Oberfläche soll es möglich sein, computergenerierte Stimme abzuspielen. Zum Beispiel kann die Leistungshistorie der Stromerzeuger im Smart Home in den letzten 6 Stunden wiedergegeben werden.
- Es kann nervig sein, wenn plötzlich ein Ton abgespielt wird. Deswegen soll es auch möglich sein, diese Funktion ein- und auszuschalten. Darüber hinaus soll es auch möglich sein diese Funktion manuell aufzurufen.
- Die technischen Daten sollen nicht im Vordergrund stehen, aber durch wenige Klicks erreichbar sein.
- Die Sicherheitsmaßnahmen im Smart Home müssen bei den alternativen Benutzeroberflächen auch beachtet werden.

Im Vergleich zu dem Energy Management Panel (EMP) im Smart Home des Forschungsprojekts MeRegioMobil wird bei der Visualisierung der aktuellen Strompreise ein anderer Ansatz verfolgt. In den neuen alternativen Benutzeroberflächen werden Informationen, die für die Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte relevant sind, nicht mehr nur grafisch angezeigt, sondern durch Farben und Ton repräsentiert. Mit dieser Änderung wird beabsichtigt, dass die Bewohner ihre Entscheidungen für die Steuerung intelligenter Geräte schneller treffen können. Ein Beispielszenario dafür wäre Folgendes: Die Benutzeroberfläche leuchtet rot. Das heißt, Strom ist gerade teuer. Die Waschmaschine ist voll und bereit zu laufen. Der Benutzer möchte, dass die Wäsche bis 19:00 Uhr gewaschen wird. Er gibt im neuen Benutzerinterface als Input das Gerät und die gewünschte Uhrzeit ein. Automatisch werden die Daten für die Strompreisentwicklung der nächsten Stunden und für die Stromerzeugung aus der eigenen PV-Anlage oder aus dem BHKW prognostiziert und ausgewertet. Es wird dann eine computergenerierte Stimme abgespielt, und es gesagt, dass der Strom bis 19:00 Uhr noch teuer bleibt, von 19:00 Uhr bis 21:30 Uhr aber wieder günstiger zu haben ist. Der Anwender kann dann entscheiden, ob er den Waschvorgang verschiebt oder nicht. Wie in diesem Beispielszenario deutlich wird, soll der Bewohner nicht alle technische Energiedaten verstehen müssen, bevor er seine Entscheidung trifft. Die wichtige Daten für seine Entscheidungsfindung, wie Strompreisänderungen der nächsten Stunden oder erzeugte Leistung aus eigenen erneuerbaren Energiequellen, werden von dem neuen Benutzerinterface interpretiert und die entscheidende Information wird mit dem Benutzer geteilt.

Im Folgenden werden die Konzeptionen für die neuen alternativen Benutzeroberflächen und deren Funktionen detailliert beschrieben.

### 5.4.1 Smart Ei

Das Benutzerinterface *Smart Ei* besteht hauptsächlich aus zwei Teile. Auf dem oberen drehbaren Teil befinden sich eine Taste, ein Lautsprecher und ein Zeiger für die intelligenten Haushaltsgeräte. Der untere Teil ist ebenfalls drehbar und darauf befindet sich ein weiterer Zeiger für die Uhrzeit. Abbildung 5.6 zeigt den Entwurf des Smart Ei als alternatives Benutzerinterface im Smart Home.

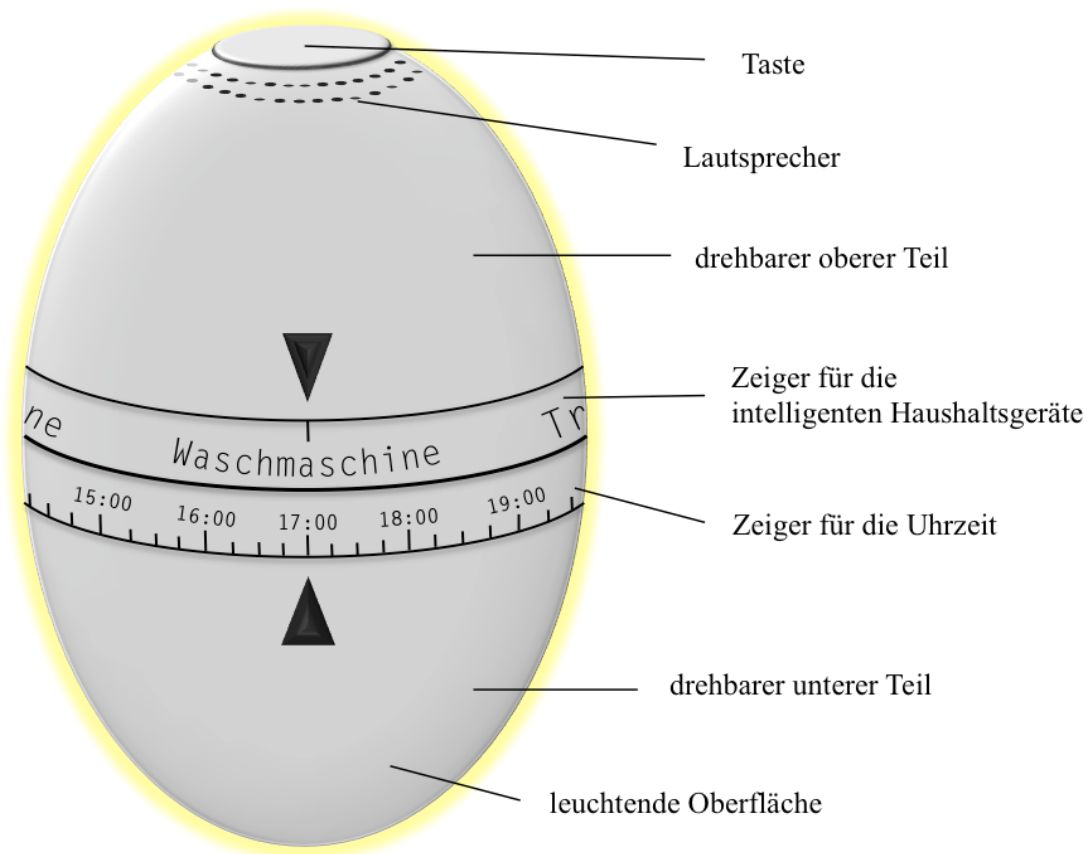


Abbildung 5.6: Entwurf des Smart Ei als alternatives Benutzerinterface mit den Zeigern für Haushaltsgeräte und für die Uhrzeit sowie mit integriertem Lautsprecher und einer Taste

Die Funktionsweise vom Smart Ei ist vergleichbar der eines normalen Küchenweckers. Ein Küchenwecker wird üblicherweise für das Überwachen von Koch- bzw. Backzeiten verwendet. Läuft die zuvor eingestellte Zeit ab, dann wird ein Signalton abgespielt. Smart Ei wird im Smart Home eingesetzt, um die Betriebszeit der intelligenten Haushaltsgeräte wie Waschmaschine, Trockner und Spülmaschine unter der Berücksichtigung der Freiheitsgrade zu steuern. Die Steuerung erfolgt durch das Drehen des oberen und des unteren Teils des Küchenweckers. Damit wählt der Benutzer das intelligente Gerät und gibt den gewünschten Endzeitpunkt ein. Smart Ei liest dann die vorhandenen Stromdaten im Smart Grid aus und gibt an, ob der Strompreis im gewünschten Zeitraum teuer ist, oder nicht. Falls der Strompreis bis zum gewünschten Endzeitpunkt teuer ist, schlägt der Küchenwecker einen neuen Endzeitpunkt vor. In diesem Fall trifft der Benutzer die endgültige Entscheidung. Er kann

den Vorgang bis zum vorgeschlagenen Zeitpunkt verschieben oder die Eingaben beibehalten. Wird der Strom im gewünschten Zeitraum günstig oder aus erneuerbaren Energiequellen erzeugt, dann wird der eingegebene Zeitpunkt bestätigt und das Gerät wird automatisch gestartet.

Smart Ei ermöglicht dem Benutzer auch die manuelle Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte. Die leuchtende Oberfläche vom Smart Ei repräsentiert den aktuellen Strompreis. Eine rot leuchtende Oberfläche entspricht dem teuren Strom und eine grün leuchtende Oberfläche dem günstigen Strom. Wenn sie gelb leuchtet, signalisiert es, dass der Strom zur Zeit aus eigenen erneuerbaren Energiequellen erzeugt wird. Anhand dieser drei Farbcodes kann sich der Benutzer für einen sofortigen Start des intelligenten Geräts entscheiden. Er soll dann auf dem Smart Ei das Gerät und die aktuelle Uhrzeit eingeben.

Ein weiterer Bestandteil des Smart Ei ist die Taste auf dem oberen Teil. Diese hat zwei Funktionen: Sie wird verwendet, um das Gerät ein- und auszuschalten. Ergänzend werden die Energiedaten durch diese Taste angefordert. Es ist möglich, durch unterschiedliche Klick-Kombinationen verschiedene Energiedaten aufzurufen. Wird sie etwa ein Mal gedrückt, so wird die Verbrauchshistorie der letzten 24 Stunden mitgeteilt und wenn sie zwei Mal hintereinander geklickt wird, wird der Strompreis in den nächsten sechs Stunden ausgegeben.

Bei dem Entwurf des Smart Ei als alternatives Benutzerinterface wurden die folgenden Ziele festgelegt: Das am Ende entstandene Gerät sollte dem Endbenutzer schon aus seinem Alltag bekannt sein. Zusätzlich dazu sollte es einfach zu bedienen sein und einen ausreichenden Platz für eine mögliche Einbettung des EMP in dem vorhandenen System bieten. Darüber hinaus sollte es als eine gute Ergänzung zu den Tablet-Interfaces verwendet werden können. Unter der Beachtung dieser Zielsetzungen für das neue Benutzerinterface wurde die Form des Smart Ei als eine mögliche Alternative ausgewählt. Da ein Küchenwecker ein kleines kompaktes Gerät ist, war es unmöglich alle Datendarstellungen im EMP darin einzubetten. Es könnte damit jedoch eine der wichtigen Funktionen in Smart Homes, die Steuerung intelligenter Haushaltsgeräte, gut übernommen werden. Dazu wurde ein Kurzzeitwecker als ein 24-Stunden-Wecker adaptiert und ein Zeiger für die intelligenten Haushaltsgeräte eingefügt. Es war nicht erwünscht, die vertraute Form eines Küchenweckers zu ändern. Daher wurde nach alternativen Darstellungen der technischen Daten gesucht. Es war möglich, auf dem Küchenwecker die technischen Daten durch Farbe und Ton darzustellen. Daraus abgeleitet wurden die Taste und die Lautsprecher auf dem oberen Teil des Küchenweckers entworfen.

Smart Ei hat zahlreiche Vorteile. Vor allem ermöglicht er dem Benutzer zu jeder Zeit einen Überblick über den aktuellen Strompreis bzw. über die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien. Die leuchtende Oberfläche liefert ihm mit Hilfe aussagekräftiger Farben die entscheidende Information für die Steuerung der Haushaltsgeräte. Ein weiterer Vorteil ist, dass der Benutzer Smart Ei sofort verwenden kann, da der Entwurf eines analogen Küchenweckers aus dem Alltag dem Benutzer schon bekannt ist. Ergänzend dazu trennt der Küchenwecker die Darstellung der technischen Daten im Smart Home und die Bedienung der Smart Home Technologien optimal voneinander. Einerseits muss der Benutzer keine grafischen Darstellungen der technischen

Daten wie Strompreissignal interpretieren, um die Smart Home Technologien zu nutzen, auf der anderen Seite muss er nicht auf diesen Daten verzichten. Der Stand der Stromerzeugung bzw. des Stromverbrauchs kann zu jeder Zeit abgespielt werden. Smart Ei ist so schwer wie ein normaler Küchenwecker. Er kann überall im Smart Home mitgenommen werden. Neben diesen Vorteilen birgt der Küchenwecker auch einige Nachteile. Eine dauerhaft leuchtende Oberfläche kann stören. Die Verbindung mit der Lichtsteuerung im Smart Home kann bei diesem Problem hilfreich sein. Wenn das Licht in einem Zimmer automatisch ein- bzw. ausgeschaltet wird, kann er auch ein- bzw. ausgeschaltet werden. Ein weiterer Nachteil ist, dass der Küchenwecker im Vergleich zu dem EMP eines Smart Homes nicht viele Informationen übermitteln kann. Es geht bei dem Küchenwecker nur um die Steuerung intelligenter Haushaltsgeräte und die Ermittlung der dafür relevante Informationen. Wenn der Bewohner des Smart Homes weitere detaillierte Informationen wie beispielsweise den Ladestatus des im Smart Grid eingebundene Elektrofahrzeuges oder die Leistungshistorie des BHKWs benötigt, muss er das EMP des Smart Homes verwenden. Trotzdem ist Smart Ei ein ideales alternatives Benutzerinterface für Smart Homes und ist geeignet für die Weiterentwicklung.

### 5.4.2 Smart Rahmen

Der Smart Rahmen ist ein digitaler intelligenter Bilderrahmen mit integrierten leuchtenden Streifen, einem Touch-Screen, einer Taste und einem Lautsprecher. Abbildung 5.7 zeigt den Entwurf des Smart Rahmen als alternatives Benutzerinterface im Smart Home.

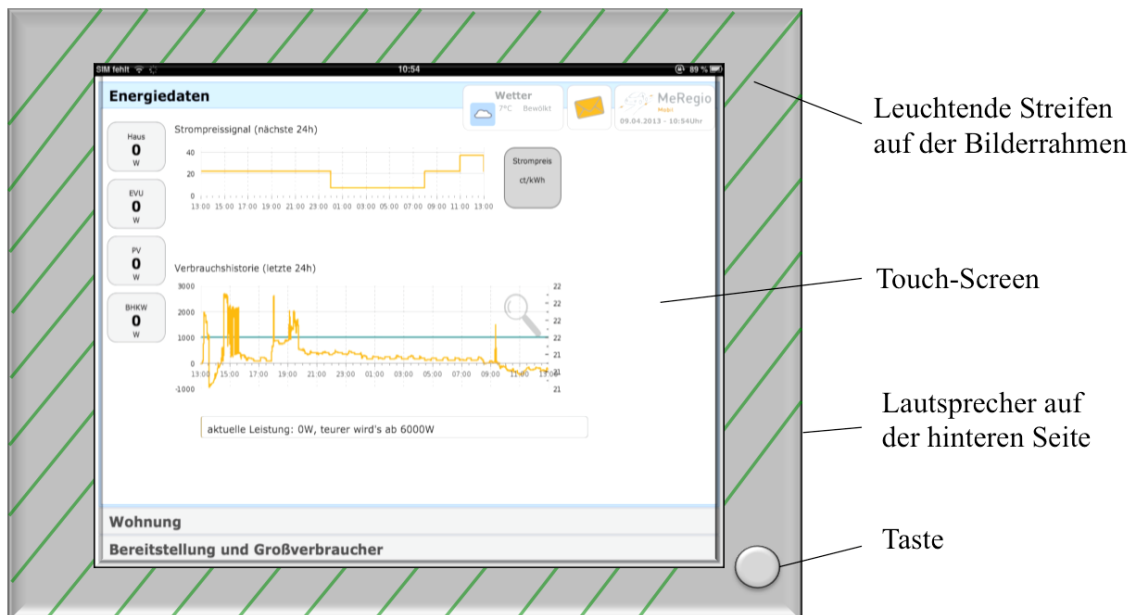


Abbildung 5.7: Entwurf des Smart Rahmen als alternatives Benutzerinterface mit leuchtenden Streifen auf dem Bilderrahmen, einem Touch-Screen, einer Taste und einem Lautsprecher auf der hinteren Seite

Bei diesem Entwurf wurden die folgenden Ziele zugrunde gelegt: Es sollte einfach zu bedienen sein und als eine Komforteinheit im Smart Home eingesetzt werden. Das EMP des Forschungsprojekts MeRegionMobil oder das neue vereinfachte Konzept aus

dem Abschnitt 5.2 sollte in einen Bilderrahmen eingebettet werden. Zusätzlich zu den grafischen Darstellungen der Energiedaten im EMP sollten sie durch Ton und Farbe darstellbar sein. Zu diesem Ziel wurden die leuchtenden Streifen und die Taste auf der vorderen Seite der Smart Rahmen sowie der Lautsprecher auf der hinteren Seite entworfen.

Die Nutzung des Smart Rahmen ist unkompliziert. Intelligente Haushaltsgeräte können über das schon bekannten EMP gesteuert werden. Weiterhin bietet das EMP zu jeder Zeit einen Überblick über die Stromerzeugung und den Stromverbrauch sowie über die Stromerzeuger im Smart Home. Es ist möglich, das EMP über ein Tablet oder über ein Smartphone zu bedienen. Diese Eigenschaft wurde in der neuen Smart Rahmen beibehalten und es ist weiterhin möglich, das EMP über das integrierte Touch-Screen zu bedienen. Die leuchtenden Streifen auf dem Smart Rahmen repräsentieren den aktuellen Strompreis. Rot leuchtende Streifen repräsentieren teurem Strom und grün leuchtende Streifen günstigem Strom. Die Stromerzeugung aus den eigenen erneuerbaren Energiequellen im Smart Home wird durch gelb leuchtende Streifen auf dem Smart Rahmen dargestellt. Mit Hilfe dieser Farbcodierungen ist es möglich, zu jeder Zeit einen Überblick über den aktuellen Strompreis bzw. über die Stromerzeugung aus den eigenen erneuerbaren Energiequellen zu haben.

Der Smart Rahmen ermöglicht dem Bewohner des Smart Homes, durch unterschiedliche Wege verschiedene Energiedaten aufzurufen. Einerseits ist es möglich, verschiedene Energiedaten wie die Verbrauchshistorie der letzten Stunden oder das Strompreissignal der nächsten 24 Stunden auf dem EMP zu sehen. Auf der anderen Seite werden die gewünschten Energiedaten durch die Taste auf dem Smart Rahmen angefordert. Durch Tippen dieser Taste können die gewünschten Energiedaten aufgerufen werden, ohne das EMP zu bedienen. Sie wurde als ein Shortcut für die Aufforderung der Energiedaten entworfen. Wie die Taste auf dem Smart Ei aktiviert die Taste in diesem Fall auch, dass der Smart Rahmen die Energiedaten aus dem Smart Grid liest und mittels einer computergenerierte Stimme eine Zusammenfassung dieser Daten angibt. Zum Beispiel wird es gesagt, dass der Strom in der nächsten 24 Stunden um 19:00 Uhr mit dem Preis 27 ct/kWh am teuersten wird. Es ist damit möglich, verschiedene Energiedaten durch unterschiedliche Klick-Kombinationen aufzurufen. Darüber hinaus wird diese Taste verwendet, um den Smart Rahmen ein- und auszuschalten.

Dieser neue Entwurf einer digitalen Bilderrahmen hat viele Vorteile: Mit Hilfe der eingebetteten leuchtenden Streifen kann der Benutzer zu jeder Zeit einen Überblick über die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien bzw. über den aktuellen Strompreis im Smart Home gewinnen. Dafür braucht er nicht mehr die Grafiken im EMP zu interpretieren. Im Vergleich zum Smart Ei ist es ein wichtiger Vorteil, dass der Benutzer nicht auf die vielen technischen Daten verzichten muss, denn das EMP ist in den Smart Rahmen eingebettet. Der Smart Rahmen konzentriert sich nicht nur auf die Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte im Smart Home. Alle Informationen über das Smart Home sind zu jeder Zeit über das EMP erreichbar, und ergänzend dazu sind unterschiedliche Darstellungen dieser Informationen durch Ton und Farbe möglich. Der Smart Rahmen kann überall im Smart Home aufgehängt bzw. gestellt werden, wo ein normaler Bilderrahmen Platz findet und weiterhin genutzt werden, um die digitalen Bilder zu zeigen. Das einzige Problem bei dem Smart Rahmen ist,

dass die dauerhaft leuchtende Streifen den Benutzer stören können. Wie bei dem Smart Ei kann auch in diesem Fall die Ein- und Ausschaltfunktion des Smart Rahmens mit der Lichtsteuerung im Smart Home verbunden werden. Wenn das Licht in einem Zimmer automatisch ein- bzw. ausgeschaltet wird, kann die Smart Rahmen auch ein- bzw. ausgeschaltet werden. Darüber hinaus soll eine manuelle Ein- und Ausschaltung der leuchtenden Streifen durch die Taste auf dem vorderen Seite der Smart Rahmen möglich sein.

Der Smart Rahmen ist also ein gutes alternatives Benutzerinterface für Smart Homes. Die Weiterentwicklungen im EMP oder in dem neuen vereinfachten Konzept aus dem Abschnitt 5.2 können direkt in den Smart Rahmen übernommen werden und das Gerät selbst ist zudem geeignet für eine Weiterentwicklung.

### 5.4.3 Smart Wecker

Der Smart Wecker ist ein intelligenter Wecker mit integriertem leuchtenden Rahmen, einem Touch-Screen, mehreren Tasten und einem Lautsprecher. Abbildung 5.8 zeigt den Entwurf des Smart Weckers als alternatives Benutzerinterface im Smart Home.

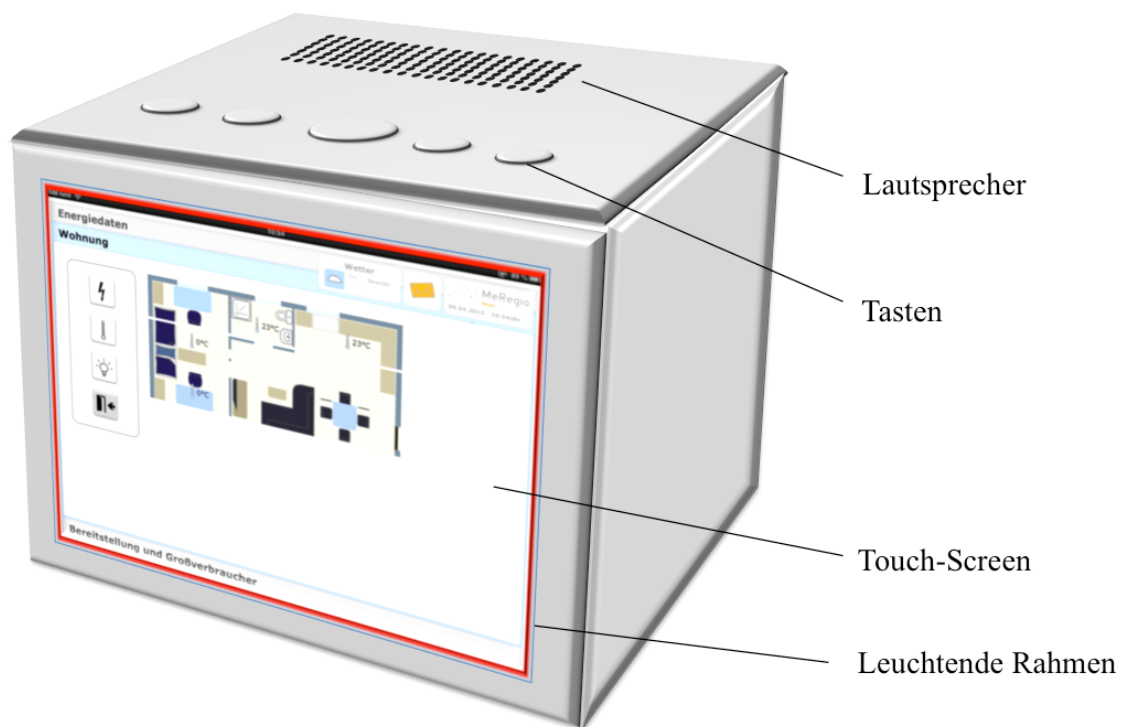


Abbildung 5.8: Entwurf des Smart Weckers als alternatives Benutzerinterface mit einem Lautsprecher, einem Touch-Screen, fünf Tasten und leuchtenden Rahmen

Der Smart Wecker wurde als eine Option zu dem Smart Rahmen aus dem Abschnitt 5.4.2 erdacht. Dieses alternative Benutzerinterface hat die gleichen Eigenschaften und Funktionen wie Smart Rahmen. Es wurde auch in diesem Entwurf als Ziel festgelegt, dass das EMP des Forschungsprojekts MeRegioMobil oder das neue vereinfachte Konzept aus dem Abschnitt 5.2 in einem Wecker eingebettet werden soll. Es soll damit möglich sein, das EMP über das integrierte Touch-Screen zu bedienen.

Hier ist zu beachten, dass das Touch-Screen des Smart Weckers deutlich kleiner als das des Smart Rahmens entworfen wurde. Die alternative Darstellung der Energiedaten durch Ton und Farbe wurde in diesem Benutzerinterface ebenfalls integriert.

Die Visualisierung des aktuellen Strompreises und der Stromerzeugung aus eigenen erneuerbaren Energiequellen im Smart Home erfolgt durch den leuchtenden Rahmen des integrierten Touch-Screens. Wie beim Smart Rahmen entspricht ein rot leuchtender Rahmen teurem Strom und ein grün leuchtender günstigem Strom. Diese Funktion kann, wie bei jedem alternativen Benutzerinterface, manuell ein- und ausgeschaltet werden.

Wie bei Smart Rahmen können die ursprünglichen Funktionen eines Weckers bei dem Smart Wecker beibehalten werden. Es ist also möglich, auf dem Touch-Screen neben der aktuellen Uhrzeit Temperatur, Datum und viele andere Informationen zu zeigen. Weitere Bestandteile eines Weckers sind die Tasten auf seiner Oberfläche. Sie werden verwendet, um die Alarmfunktionen bzw. die Uhrzeit einzustellen. Wie bei den anderen alternativen Benutzerinterfaces können weitere Funktionen mit diesen Tasten aufgerufen werden. Benutzer können durch die Tasten die gewünschten Energiedaten anfordern und sie durch eine computergenerierte Stimme abspielen lassen. Bei den anderen alternativen Benutzerinterfaces werden für eine solche Anforderung unterschiedlicher Energiedaten verschiedene Klick-Kombinationen für eine einzige Taste vorgesehen. Bei dem Smart Wecker ist es möglich, unterschiedliche Energiedaten mit verschiedenen Tasten zu verbinden. Somit sind die angeforderten Energiedaten schneller erreichbar.

Der Smart Wecker hat die gleichen Vor- und Nachteile wie der Smart Rahmen. Ein etwaiger Nachteil des Smart Weckers kann die Größe des Touch-Screens sein. Falls das EMP des Forschungsprojekts MeRegioMobil in diesem Entwurf eingebettet wird, kann es im Vergleich zu Smart Rahmen etwas knifflig sein, das EMP auf diesem Touch-Screen zu bedienen. Das vereinfachte Konzept aus dem Abschnitt 5.2 bietet einen guten Lösungsansatz für dieses Problem. Wie andere alternative Benutzerinterfaces ist auch der Smart Wecker auch geeignet für Weiterentwicklung.





## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zwei Konzepte für Benutzerinterfaces entworfen. Im ersten Konzept handelt es sich um die Vereinfachung des Energy Management Panels (EMP) im Smart Home des Forschungsprojekts MeRegioMobil. Dabei wurde es als primäres Ziel gesetzt, auch technisch nicht-versierten Nutzern über intuitiv bedienbare Interfaces die Handhabung von Smart Home Technologien zu ermöglichen. Ergänzend dazu sollte das vereinfachte Benutzerinterface dem Bewohner einen inhaltsvollen und übersichtlichen Überblick über die Informationen der Smart Home Technologien geben sowie einfache Steuerung der intelligenten Haushaltsgeräte bereitstellen.

Bei dem Entwurf des vereinfachten Benutzerinterfaces wurde besonders beachtet, dass die Entscheidungsfreiheit der Bewohner über die Haushaltsführung nicht begrenzt wird. Ergänzend dazu wurde berücksichtigt, dass die technischen Energie- und Leistungsdaten so weit wie möglich im Hintergrund verborgen bleiben und Bedienung der intelligenten Geräte im Vordergrund steht.

Basis des vereinfachten Benutzerinterfaces bildet der Interaktionsstil *direkte Manipulation*. Gemäß dieses Interaktionsstiles haben die visuelle Repräsentation der Aktionen in einzelnen Räumen und die Darstellung der intelligenten Geräte an Bedeutung gewonnen. Somit wurden die visuelle Repräsentationen der vom Alltag bekannten Bedienfelder der Geräte in dem vereinfachten Benutzerinterface integriert. Dadurch wurde es dem Benutzer ermöglicht, über das vereinfachte Benutzerinterface die Geräte intuitiv zu steuern. Die grafischen Darstellungen der Energie- und Leistungsdaten wurden wie im EMP beibehalten. Die neue Gestaltung des Benutzerinterfaces hat es aber nun ermöglicht, diese Daten übersichtlicher anzuzeigen. Die Integration der Anzeigefelder und die Buttons in dem vereinfachten Benutzerinterface haben es ermöglicht, die Daten schneller aufzurufen und die Selbstbeschreibungsfähigkeit des EMPs zu erhöhen.

Im zweiten Konzept wurden drei alternativen Benutzeroberflächen entworfen und unterschiedliche Darstellungsmöglichkeiten der Smart Home Technologien in diesen Alternativen analysiert. Es wurde als Ziel gesetzt die Bedienbarkeit der Smart Home

Technologien im Vordergrund zu stellen, ohne auf die Darstellung der technischen Daten auf dem Benutzerinterface zu verzichten. Dabei hat die Analogie eine zentrale Rolle gespielt. Einige aus dem Alltag bekannte Objekte wie Küchenuhr, Bilderrahmen und Wecker wurden genommen. Sie wurden mit neuen Funktionen versehen und an das Smart Home Konzept angepasst. Statt der grafischen Darstellung der technischen Daten wurde in den Alternativen die visuelle Darstellung der Daten durch Farbe und Ton bevorzugt. Dafür wurden Tasten, Lautsprecher und Touch-Screen in den Objekten eingebettet. Mit solchen neuen Funktionen und Anpassungen wurde eine optimale Trennung der technischen Daten und der Bedienung der Haushaltsgeräte auf der Benutzeroberfläche realisiert. Somit wurde die Entscheidungsfreiheit der Bewohner über die Haushaltsführung weiterhin beibehalten und das Ziel erreicht.

Im Rahmen dieser Arbeit wurden nur Konzeptionen eines vereinfachten Benutzerinterfaces und drei möglichen alternativen Benutzeroberflächen durchgeführt. Es wäre interessant die Umsetzungsmöglichkeiten dieser Benutzerinterfaces in einem Smart Home Konzept zu untersuchen. Die Funktionen in den alternativen Benutzeroberflächen könnten dabei erweitert werden. Die User-Akzeptanz spielt bei der Umsetzung solcher Benutzerinterfaces eine wichtige Rolle. User-Tests mit unterschiedlichen Testgruppen könnten dabei helfen, um den Erfolg der Konzeption und der Umsetzung zu evaluieren.

# Literaturverzeichnis

- [ABBB<sup>+</sup>12] Michael Agsten, Dierk Bauknecht, Andreas Becker, Werner Brinker, Ralf Conrads, Volker Diebels, Thomas Erge, Stefan Feuerhahn, Christoph Heinemann, Jorg Hermsmeier, Raphael Hollinger, Thomas Klose, Matthias Koch, Christoph Mayer, Gunter Pistor, Christine Rosinger, Hannes Ruttinger, Tanja Schmedes und Michael Stadler. Abschlussbericht eTelligence - Neue Energien brauchen neues Denken. Webseite des Forschungsprojekts eTelligence (Modellregion Cuxhaven), 2012. <http://www.etelligence.de/feldtest/file/eTelligence%20Projektabschlussbericht%20-%20November%202012.pdf>, Abruf am 23.04.2013.
- [BeKS12] Birger Becker, Anna Kellerer und Hartmut Schneck. User Interaction Interface for Energy Management in Smart Homes. In *Proceedings of the 3rd IEEE PES Conference on Innovative Smart Grid Technologies (ISGT)*, Washington, Januar 2012. IEEE PES, IEEE.
- [BMU13a] BMU. Die Vorteile erneuerbarer Energien. Webseite BMU - Erneuerbare Energien, 2013. <http://www.erneuerbare-energien.de/uebrige-seiten-ohne-verlinkung/die-vorteile-erneuerbarer-energien/>, Abruf am 08.04.2013.
- [BMU13b] BMU. Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2012 - unter Verwendung der aktueller Daten der Arbeitsgruppe Erneuerbaren Energien-Statistik (AGEE-Stat). Webseite BMU - Erneuerbare Energien, 2013. [http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten\\_EE/Dokumente\\_PDFs/hgp\\_d\\_ppt\\_2012\\_fin\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/Daten_EE/Dokumente_PDFs/hgp_d_ppt_2012_fin_bf.pdf), Abruf am 22.04.2013.
- [BMWi11] BMWi. Der Weg zur Energie der Zukunft - sicher, bezahlbar und umweltfreundlich – Eckpunkte für ein energiepolitisches Konzept. Webseite des BMWi, Juni 2011. <http://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/energiepolitik,did=405004.html>, Abruf am 03.04.2013.
- [BMWi12a] Smart Energy made in Germany - Zwischenergebnisse der E-Energy-Modellprojekte auf dem Weg zum Internet der Energie. Webseite von E-Energy, 2012. [http://www.e-energy.de/documents/E-Energy-Erkenntnisse\\_2012\\_6\\_2b\\_web.pdf](http://www.e-energy.de/documents/E-Energy-Erkenntnisse_2012_6_2b_web.pdf), Abruf am 22.04.2013.
- [BMWi12b] BMWi. Förderprogramm E-Energy - IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie in ressortübergreifender Partnerschaft mit dem Bundesministerium für Um-

- welt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Webseite der E-Energy, 2012. <http://www.e-energy.de>, Abruf am 29.05.2013.
- [BMWi13a] BMWi. Privates Energiemanagement. Webseite von IKT für Elektromobilität, 2013. <http://www.ikt-em.de/de/Privates-Energiemanagement.php>, Abruf am 22.04.2013.
- [BMWi13b] BMWi. Öffentliches Energiemanagement. Webseite von IKT für Elektromobilität, 2013. <http://www.ikt-em.de/de/Oeffentliches-Energiemanagement.php>, Abruf am 22.04.2013.
- [BoDW12] Dieter Bohme, Wolfhart Durrschmidt und Dominik Wicha. Erneuerbare Energien - Fragen und Antworten. Webseite des BMU, Juli 2012. [http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/erneuerbare-energien-fragen-und-antworten/?tx\\_ttnews%5BbackPid%5D=918](http://www.bmu.de/service/publikationen/downloads/details/artikel/erneuerbare-energien-fragen-und-antworten/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=918), Abruf am 22.04.2013.
- [Buer12] Feldversuch in „Smart Watts“ startet. Website der STAWAG, Dezember 2012. <http://www.stawag.de/unternehmen/presse/pressemeldungen/archiv/feldversuch-in-smart-watts-startet/>, Abruf am 26.05.2013.
- [Bund12] Bundestag. Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) - Konsolidierte (unverbindliche) Fassung des Gesetzestextes in der ab 1. Januar 2012 geltenden Fassung. Online, Januar 2012. [http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg\\_2012\\_bf.pdf](http://www.erneuerbare-energien.de/fileadmin/ee-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/eeg_2012_bf.pdf), Abruf am 29.05.2013.
- [Burm13] Michael Burmster. Gebrauchstauglichkeit von Software. Webseite der Gesellschaft Arbeit und Ergonomie - online e.V., 2013. [http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen\\_der\\_software\\_ergon/gebrauchstauglichkeit\\_von\\_sof.htm](http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/gebrauchstauglichkeit_von_sof.htm), Abruf am 15.05.2013.
- [Domo03] Technologien für das intelligente Haus - Der Weg zum intelligenten Haus. Webseite von Domologic Home Automation GmbH, 2003. [http://www.domologic.de/download/pdf/technologies\\_for\\_home\\_de.pdf](http://www.domologic.de/download/pdf/technologies_for_home_de.pdf), Abruf am 11.04.2013.
- [DWDS13] DWDS. Analogie. Webseite von Digitales Wörterbuch der Deutschen Sprache (DWDS), 2013. <http://www.dwds.de/?qu=Analogie>, Abruf am 01.04.2013.
- [Enze13] EVN SmartHome. Website des EVN Smart Homes, Mai 2013. [http://smarthome.evn.at/EVN-SmartHome/Was-ist-EVN-SmartHome--\(1\).aspx](http://smarthome.evn.at/EVN-SmartHome/Was-ist-EVN-SmartHome--(1).aspx), Abruf am 26.05.2013.
- [Fade13] The Nest Learning Thermostat. Website von Nest, Mai 2013. <http://www.nest.com>, Abruf am 26.05.2013.

- [FrHK13] Uwe Fritz, Uli Huener und Gerhard Kleih. MeRegio - unsere Mission für weniger Emissionen. Webseite des Forschungsprojekts MeRegio (Modellregion Baden-Württemberg, 2013. [http://www.meregio.de/pdf/MeRegio\\_Produktflyer.pdf](http://www.meregio.de/pdf/MeRegio_Produktflyer.pdf), Abruf am 23.04.2013.
- [FZI13] FZI. Anwendungsfälle. Webseite des FZI Living Labs AAL, 2013. <http://aal.fzi.de/applications>, Abruf am 25.04.2013.
- [FZIL13] FZI Living Lab smartHome/AAL - Innovative Lebensräume für ein sicheres und komfortables Wohnen. Website des FZI Living Labs smartHome/AAL, Mai 2013. <http://www.fzi.de/forschung/fzi-house-of-living-labs/fzi-living-lab-smarthomeaal/>, Abruf am 26.05.2013.
- [Glas09] Ronald Glasberg. Leitfaden zur Heimvernetzung. BITKOM, 2009.
- [Harp03] Richard Harper (Hrsg.). *Inside the Smart Home*. Springer. 2003.
- [Heim13] EVO SmartHome. Website des EVO Smart Homes, Mai 2013. <http://www.evo-smarthome.de>, Abruf am 26.05.2013.
- [Hinr13] Smart Watts – die intelligente Kilowattstunde. Website der Energiewende 180°, Mai 2013. <http://www.energiewende180.de/projekte/projekt-single/article/smart-watts-die-intelligente-kilowattstunde/>, Abruf am 26.05.2013.
- [Kell11] Anna Kellerer. Bachelorarbeit: Entwurf und Entwicklung einer Benutzeroberfläche zur Steuerung intelligenter Geräte in Smart-Homes. Karlsruher Institut für Technologie (KIT), 2011.
- [Kemp06a] Bernhard Kempen. DIN EN ISO 9241-11: Europäisches Komitee für Normung, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Teil 11: Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit – Leitsätze. Deutsches Institut für Normung. Berlin, 2006.
- [Kemp06b] Bernhard Kempen. DIN EN ISO 9241-110: Ergonomie der Mensch-System-Interaktion - Teil 110: Grundsätze der Dialoggestaltung (ISO 9241-110:2006); Deutsche Fassung EN ISO 9241-110:2006. Deutsches Institut für Normung. Berlin, 2006.
- [Kemp06c] Bernhard Kempen. DIN EN ISO 9241: Europäisches Komitee für Normung, Ergonomie der Mensch-System-Interaktion. Deutsches Institut für Normung. Berlin, 2006.
- [King03] Nicola King. Smart Home - A Definition. Webseite von HousingCare, 2003. <http://www.housingcare.org/downloads/kbase/2545.pdf>, Abruf am 10.04.2013.
- [Lask12] Michael Laskowski. E-Energy-Projekt E-DeMa – Zwischenergebnisse und Botschaften aus E-DeMa. Webseite des Forschungsprojekts E-DeMa (Modellregion Rhein-Ruhr), September 2012. [http://www.e-dema.de/datas/20120924\\_Vernetzungstreffen\\_E-DeMa\\_final.pdf](http://www.e-dema.de/datas/20120924_Vernetzungstreffen_E-DeMa_final.pdf), Abruf am 23.04.2013.

- [MeRe13] MeRegioMobil - Elektromobilität im Energiesystem der Zukunft. Website des Forschungsprojekts MeRegioMobil, Mai 2013. <http://meregiomobil.forschung.kit.edu/index.php>, Abruf am 26.05.2013.
- [MS12] Marc Mültin, Florian Allering und Hartmut Schreck. Integration of Electric Vehicles in Smart Homes - An ICT-based Solution for V2G Scenarios. In *Proceedings of the 2012 IEEE PES Innovative Smart Grid Technologies Conference*, Washington D.C., USA, Januar 2012. IEEE, IEEE PES Power Energy Society.
- [Nits07] Joachim Nitsch. Leitstudie 2007 „Ausbaustrategie Erneuerbare Energien“ - Aktualisierung und Neubewertung bis zu den Jahren 2020 und 2030 mit Ausblick bis 2050. Webseite des BMU, Februar 2007. [http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2007\\_zusf.pdf](http://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/leitstudie2007_zusf.pdf), Abruf am 29.05.2013.
- [Quad12] Andre Quadt. Im Internet der Energie - Mit der intelligenten Kilowattstundeßu mehr Effizienz und Kundennutzen. Webseite des Forschungsprojekts Smart Watts (Modellregion Aachen), 2012. [http://www.smartwatts.de/fileadmin/smartwatts/mediapool/downloads/smartwatts\\_folder.pdf](http://www.smartwatts.de/fileadmin/smartwatts/mediapool/downloads/smartwatts_folder.pdf), Abruf am 23.04.2013.
- [Reic12] Günther Reichelt. albis.standard - Intelligent Living. Webseite von albis.ag, Dezember 2012. <http://www.albis.ag/media/files/Beschreibung-albis.standard-mit-Faustformel-f-r-Kosten.pdf>, Abruf am 16.04.2013.
- [Roge13] Nest. Website des Apple iTunes Preview, Mai 2013. <https://itunes.apple.com/us/app/nest-mobile/id464988855?mt=8>, Abruf am 26.05.2013.
- [Schn13] Wolfgang Schneider. Übersicht über die Grundsätze der Dialoggestaltung nach DIN EN ISO 9241-110. Webseite der Gesellschaft Arbeit und Ergonomie - online e.V., 2013. [http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen\\_der\\_software\\_ergon/grundsaeetze\\_der\\_dialoggestalt.htm](http://www.ergo-online.de/site.aspx?url=html/software/grundlagen_der_software_ergon/grundsaeetze_der_dialoggestalt.htm), Abruf am 15.05.2013.
- [ScPl05] Ben Schneiderman und Catherine Plaisant. *Designing The User Interface - Strategies for Effective Human-Computer Interaction*. Pearson Education, Inc. 2005.
- [Sear12] Steven J. Searle. TRON Intelligent House. Webseite von TRON, August 2012. <http://tronweb.super-nova.co.jp/tronintlhouse.html>, Abruf am 11.04.2013.
- [SpSJ12] M. Speckmann, Florian Schlogl und Karolin Jäger. Landkreis als Vorreiter - Regenerative Modellregion Harz. Webseite des Forschungsprojekts RegModHarz (Regenerative Modellregion Harz), September 2012. [http://www.regmodharz.de/fileadmin/user\\_upload/downloads/infoblaetter/RegModHarz-Infoblatt-Broschuere.pdf](http://www.regmodharz.de/fileadmin/user_upload/downloads/infoblaetter/RegModHarz-Infoblatt-Broschuere.pdf), Abruf am 23.04.2013.

- [SSKB10] Hartmut Strese, Uwe Seidel, Thorsten Knappe und Alfons Botthof. Smart Home in Deutschland - Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie. Webseite des Instituts für Innovation und Technik, Mai 2010. <http://www.iit-berlin.de/veroeffentlichungen/iit-studie-smart-home>, Abruf am 29.05.2013.
- [Wide13] Informieren. Website des RWE SmartHomes, Mai 2013. <http://www.rwe-smarthome.de/web/cms/de/457156/smarthome/informieren/was-ist-rwe-smarthome/>, Abruf am 26.05.2013.
- [Wild13] EVN SmartHome. Website des Apple iTunes Preview, Mai 2013. <https://itunes.apple.com/at/app/evn-smarthome/id504830627?mt=8>, Abruf am 26.03.2013.
- [Wols10] Thomas Wolski. Modellstadt Mannheim - das Stromnetz wird intelligent. Webseite des Forschungsprojekts Modellstadt Mannheim (Modellregion Rhein-Neckar), Dezember 2010. [http://www.modellstadt-mannheim.de/moma/web/media/pdf/Broschuere\\_moma\\_122010.pdf](http://www.modellstadt-mannheim.de/moma/web/media/pdf/Broschuere_moma_122010.pdf), Abruf am 23.04.2013.
- [Zink08] Michael Zinke. E-Energy - IKT-basiertes Energiesystem der Zukunft. Webseite von E-Energy, April 2008. [http://www.e-energy.de/documents/2008\\_04\\_Broschuere\\_BMWi\\_Leuchtturm\\_EEnergy.pdf](http://www.e-energy.de/documents/2008_04_Broschuere_BMWi_Leuchtturm_EEnergy.pdf), Abruf am 10.04.2013.

